

Aus dem Institut für Anaesthesiologie der
Johannes Gutenberg Universität Mainz
(Direktor: Professor Dr. R. Frey)

**Die PRAXIS der
LACHGASANALGESIE
in der ZAHNHEILKUNDE**

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Hanspeter Kramer
aus Maitenbeth/Obb.

Mainz 1976

Aus dem Institut für Anaesthesiologie der
Johannes Gutenberg Universität Mainz
(Direktor: Professor Dr. R. Frey)

Die PRAXIS der
LACHGASANALGESIE
in der ZAHNHEILKUNDE

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, den Me-
dizinischen Fachbereichen



vorgelegt von
Hanspeter Kramer
aus Maitenbeth/Obb.
Mainz 1976

Fachbereichsdekan: Prof. Dr. R. Wolf

Referent: Prof. Dr. R. Frey

Korreferent: Prof. Dr.Dr. J.E. Hausamen

Tag der mündlichen Prüfung: 20.10.1976





Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALTSVERZEICHNIS

=====

1. Allgemeine Vorbemerkungen
- 1.1. Themastellung
- 1.2. Historischer Rückblick
- 1.3. N_2O - chemisch-physikalisch-pharmakologisch
2. Lachgasgeräte
- 2.1. Geschichte und Entwicklung von Apparaten und Methoden
- 2.2. Systeme - Apparate
- 2.2.1. Einteilung der Systeme
- 2.2.1.1. Einteilung nach Art des Atemsystems
- 2.2.1.2. Einteilung nach Art des Gasgemisches
- 2.2.1.3. Einteilung der Geräte nach dem Operator- bzw. Patient-Control-System
- 2.2.1.4. Einteilung nach dem Continuous-Flow- und Intermittent-Flow-System
- 2.2.2. Nähere Erläuterung zu zwei Lachgasapparaten
- 2.2.2.1. Dräger-Gerät "Marius"
- 2.2.2.2. Dräger-Gerät "Analgor 19"
- 2.2.3. Sicherheit und Zuverlässigkeit von Apparaten
- 2.3. Pflege und Reinigung der Geräte
3. Grundlagen der zentralen Analgesie
- 3.1. Narkosestadien
- 3.1.1. Die zentrale Analgesie
- 3.1.1.1. Planum Parästhetikum
- 3.1.1.2. Planum Hypästhetikum
- 3.1.1.3. Planum Analgetikum
- 3.1.2. Das Exzitationsstadium
- 3.1.3. Das Toleranzstadium
- 3.1.4. Stadium der Asphyxie

- 3.2. Indikationen und Kontraindikationen
- 3.2.1. Die Fähigkeit des Analgesisten
- 3.2.2. Die Eignung des Patienten
- 3.2.3. Art der durchführbaren Behandlungsmaßnahmen

- 4. Vorbereitende Maßnahmen
- 4.1. Psychologische Vorbereitung
- 4.2. Prämedikation
- 4.2.1. Herabsetzung der Reflexerregbarkeit und Sekretion
- 4.2.2. Anxiolytische, sedierende und analgesierende Medikamente
- 4.3. Technische Vorbereitungen

- 5. Praktische Durchführung
- 5.1. Patient-Control- und Operator-Control-Methode
- 5.2. Psychologisch-suggestive Führung während der Analgesie
- 5.2.1. Der "Lachgasneuling"
- 5.2.2. Der "Lachgaserfahrene"
- 5.3. Spezielle Aspekte der Kinderbehandlung
- 5.4. Dosierung
- 5.4.1. Definition
- 5.4.2. Unterschiedliche Literaturangaben - Ursachenklärung
- 5.4.3. Grundlagen der Dosierung
- 5.4.3.1. Versuche nach Persson
- 5.4.3.2. Versuche nach Vonow
- 5.4.3.3. Quantitative und prozentuale Dosierung
- 5.4.4. Einleitungszeit
- 5.4.5. Aufrechterhaltung der Analgesie
- 5.4.6. Beendigung der Analgesie

- 6. Mißerfolge - Zwischenfälle
- 6.1. Allgemeine Vorbemerkung
- 6.2. Ungewöhnliche Analgesieverläufe
- 6.3. Zwischenfälle
- 6.3.1. Der reflektorische Atemstillstand
- 6.3.2. Hypoxien
- 6.3.2.1. Mechanische Verlegung der Atemwege
- 6.3.2.2. Zentrale Atemstörung
- 6.3.2.3. Unkenntnis und gerätetechnische Mängel
- 6.3.2.4. Kreislaufkollaps - Schock
- 6.3.3. Exzitation
- 6.3.4. "Traumvorstellungen"
- 7. Forensische Fragen
- 8. Eigene Versuche und Beobachtungen
- 9. Diskussion
- 10. Zusammenfassung
- 11. Literaturverzeichnis
- 12. Verzeichnis der Abbildungen
- 13. Verzeichnis der Tabellen
- 14. Abbildungen
- 15. Tabellen

1. Allgemeine Vorbemerkungen

1.1. Themastellung

Meine Ausführungen möchte ich mit einem Zitat von Prof. Frey beginnen: "Der Schmerz ist ein Urphänomen des Lebens. Er schützt vor Verletzungen, indem er das Zeichen gibt zur Flucht (Schutzreflex) und damit zur Vermeidung von Gefahr für Leib und Leben. Er ist der Warner, der den Kranken zum Arzt führt. Er ist das Leitsymptom der meisten Krankheiten

So sinnvoll der Schmerz im Gefüge des Lebens ist - wenn die Diagnose gestellt ist, hat er seine Schuldigkeit getan. Im weiteren Verlauf schadet er mehr als er nützt. Die Beseitigung des Symptoms "Schmerz" ist der erste Schritt der Therapie." (24)

Mit fortschreitender Bemühung der Menschheit, Krankheiten, Verletzungen und deren Folgen in den Griff zu bekommen, trat also auch die Suche nach schmerzlindernden und schmerz beseitigenden Mitteln als dringlichste Voraussetzung für ärztliche Therapie und Fürsorge mehr und mehr in den Vordergrund. Die Anstrengungen um die Schmerzbekämpfung führten schließlich zu zwei grundsätzlichen Methoden, nämlich zur

- a) Schmerzausschaltung durch ein Lokalanästhetikum, ermöglicht durch die Entdeckung des Procains (Einhorn, 1904), und
- b) Schmerzausschaltung durch zentrale Beeinflussung (5)

Die moderne Anästhesie hat in der großen Chirurgie schmerzlose Eingriffe heute relativ problemlos und selbstverständlich gemacht. Anders verhält es sich jedoch häufig auch heute noch bei kleineren ärztlichen Behandlungsmaßnahmen. Die Einsicht und Notwendigkeit, Mittel und Methoden der Schmerzausschaltung am geringsten Risiko bemessen zu müssen, stellt uns besonders in der zahnärztlichen, ambulanten Praxis vor andere Verhältnisse.

Obwohl namhafte Zahnärzte wie Wells, Macintosh und Morton im Kampf gegen den Schmerz wegweisende Leistungen vollbracht haben, (71) ist bislang, und gerade in Deutschland, für viele Zahnärzte das Mittel der Wahl die Lokalanästhesie mit all ihren Unzulänglichkeiten geblieben. Andererseits kann eine Vollnarkose für die ambulante Praxis ohne Beisein eines ausgebildeten Anästhesisten aus Gründen der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit keinen Platz haben (49).

So verwundert es nicht, wenn auch heute noch weite Kreise der Bevölkerung schon bei dem Gedanken an zahnärztliche Maßnahmen in panische Angst verfallen. Man mag auch bedenken, daß die Einstellung zur Schmerzempfindung sich heute im "Zeitalter der vegetativen Störungen und psychischen Komplexe" (41,66) bei den meisten Menschen gewandelt hat, und schon relativ kleine Schmerzsensationen heute als unerträglich empfunden werden, während früher selbst Extraktionen ohne Anästhesie durchgeführt und als notwendig und gegeben hingenommen wurden.

Die Ausübung der zahnärztlichen Tätigkeit wird also durch Patientenangst und Überempfindlichkeit sowohl in technischer als auch in zeitlicher Hinsicht stark behindert. Darüber hinaus entsteht vielen Patienten zum Teil großer Schaden allgemeiner und lokaler Art durch unterbliebene Behandlungsmaßnahmen (5, 47).

Nach welchen Kriterien sollte man nun ein Anästhetikum beurteilen, das geeignet wäre, die Psyche unserer Patienten weitgehendst zu schonen und der Zahnärzteschaft angenehme Arbeitsbedingungen zu bereiten? Schon die Applikation sollte angenehm und problemlos sein, um die Schmerzerwartung unserer Patienten nicht noch zu steigern. Neben der schmerzlosen Behandlung ist also auch die möglichst weitgehende Ausschaltung der psychischen Belastung ein wesentliches Kriterium (44,19). Einer sehr sorgfältigen Abwägung der verschiedenen Methoden

bedarf es vor allem aber im Hinblick auf die Toxizität, therapeutische Breite, Verweildauer und Nebenwirkungen.

Die örtliche Betäubung ist in der deutschen zahnärztlichen Praxis das weitverbreitetste Mittel zur Schmerzbeseitigung, wohl aber auch eine oft gefürchtete Methode, sei es nun wegen des häufig schmerzhaften Einstichs, der manchmal auftretenden Parästhesien oder aufgrund von ernsthaften Zwischenfällen, z.B. nach Überdosierung, Sensibilisierung, Instrumentenfraktur oder Nichtbeachtung von Kontraindikationen.

Als bewährtes Mittel zur Schmerzausschaltung findet hingegen die zentrale Analgesie mit Lachgas schon seit Jahrzehnten breite medizinische Anwendung in der Zahnheilkunde, Chirurgie und auch in der Geburtshilfe (82). Entsprechende Berichte kann man der anglo-amerikanischen Fachliteratur entnehmen. G.D. ALLEN schreibt 1974 in der Zeitschrift "Am.Dent.Assoc." von einem ungeheuren Aufleben der Lachgas-Sauerstoffanwendung, und er sieht diese Ansicht u.a. auch durch die Vielzahl neuer Apparate bestätigt, welche die Industrie in Amerika derzeit auf den Markt bringt (2). E.A. STUEBNER und R.S. ALSTINE heben ebenso das neu erwachte Interesse der Zahnheilkunde an der Lachgasanalgesie in Amerika hervor (74, 4). Auch RUBEN berichtet von mindestens 3 Millionen erfolgreichen Analgesien in Dänemark in den letzten 15 Jahren (59). Besonders zwischen 1950 und 1960 erlebte diese Methode auch in Deutschland einen starken Aufschwung und erfuhr vielfältige Anwendung in der Praxis. Zahlreiche Veröffentlichungen in den deutschen zahnärztlichen Zeitschriften dokumentieren das große Interesse in diesen Jahren. Seit Einführung und Verbesserung der örtlichen Betäubung gilt auf dem europäischen Kontinent jedoch die Lokalanästhesie als Methode der ersten Wahl zur Schmerzbeseitigung bei ambulanten Kranken (72). Trotz jeglicher, zeitweise stärkster Begeisterung, war dem Lachgas also ein entscheidender Durchbruch in Deutschland nie beschert. Heute dürften nur noch etwa 5 % aller deutschen

Zahnärzte über ein Lachgasgerät verfügen, meist wird es in solchen Fällen auch nur noch als Sauerstoffbeatmungsmöglichkeit bei etwaigen Zwischenfällen benutzt und steht ansonsten ohne Verwendung im Abstellraum. Die Gründe für dieses ablehnende Verhalten mögen vielfältiger Natur sein. Oft wurde versucht, mit N_2O eine Narkose herbeizuführen, was an der geringen narkotischen Potenz dieses Gases jedoch scheitern mußte und auch Gefahren mit sich brachte. Weiterhin lag es wohl an den veralteten Geräten, mit denen eine exakte Dosierung nicht möglich war, und die aus sicherheitstechnischen Gründen für Komplikationen in der Hand eines Nichtfachmannes geradezu prädestiniert waren. Bösertige Zungen sprachen im Zusammenhang mit der Lachgasanwendung sogar von einer "kontrollierten Asphyxie" (46). Noch heute gibt es z.T. völlig falsche Ansichten über die Wirkung des N_2O . Unkenntnis, Skepsis, überspannte Erwartungen, und nicht zuletzt sehr unattraktive wirtschaftliche Aspekte haben bisher die Auswertung der Vorzüge dieses Narkotikums verhindert (35).

Bei meinen Versuchen mit dem Analgisor-19-Gerät der Dräger-Werke Lübeck hat sich mir die zentrale Analgesie mit N_2O als eine Methode erwiesen, die geeignet sein kann, aufgrund seiner sedierenden, auch euphorisierenden Wirkung, den Patienten in eine günstige psychologische Grundhaltung zu bringen, die kaum Kontraindikationen kennt, und die bei der Beachtung grundsätzlicher Prinzipien und Anwendung moderner Geräte als nahezu gefahrlos bezeichnet werden darf.

Mit den folgenden Ausführungen möchte ich mich deshalb besonders an den praktizierenden Zahnarzt wenden:

Die Irrtümer der Vergangenheit sollen klärend durchleuchtet, die Mißerfolge kritisch analysiert und die Möglichkeiten, Durchführungen, Indikationen und Kontraindikationen klar abgegrenzt und aufgezeigt werden.

1.2 Historischer Rückblick

Schon im Altertum - nach Brunn bis ins 3. vorchristliche Jahrtausend zurückgehend - (83) finden wir Arzneistoffe, die geeignet waren, die Sensibilität herabzusetzen. In schmerzhaften Zahnkavitäten wurde zerriebenes Bilsenkraut gefüllt, Hanfaufgüsse, Opium und ähnliche Mittel fanden Anwendung. Von den griechischen und römischen Ärzten weiß man, daß sie imstande waren, mit Mandragorawein einen mehrstündigen Schlaf hervorzurufen, um so Operationen durchzuführen (48, 62). Die häufigen Zwischenfälle dieser Methoden und die mystischen Vorstellungen in der damaligen Medizin führten im Mittelalter und in der beginnenden Neuzeit zu einer Stagnation der Entwicklung im Kampf gegen den Schmerz und zur Ablehnung herkömmlicher, überlieferter Verfahren. Vieles geriet in Vergessenheit (83).

Erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts kam es in der medizinischen Welt wieder zu wegweisenden Fortschritten auf diesem Gebiet. Neben vielen gefährlichen Medikamenten verbreiteten sich in Europa neue Methoden, z.B. die Kälteanästhesie, die Kompressionsanästhesie, und auch Hypnose und Suggestion wurden bekannt (62, 83, 73). Keines dieser Verfahren konnte jedoch in seiner Wirkung und Anwendung überzeugen. Erst durch die Möglichkeit, flüchtige und gasförmige Stoffe chemisch rein darzustellen, konnte man ihre Einwirkung auf den Menschen genauer erforschen (27). Im Jahre 1776, also nur 4 Jahre nach der Entdeckung des Sauerstoffs, gelang dem Engländer Joseph Priestley die Darstellung eines gasförmigen Stoffes, des Stickoxyduls, durch Erhitzen von Ammoniumnitrat. Die Geschichte des N_2O geht einher mit der Entwicklung der modernen Anästhesie. Kaum einem zweiten Narkotikum war ein ähnlich vielfältiges Schicksal beschieden (27).

Schon 1800 erkannte der junge Chemiker Humphry Davy bei seinen Versuchen die schmerzlindernde und zugleich euphorisierende Wirkung des Stickoxyduls (48). Seine Beschreibungen und Studien der subjektiven Empfindungen bei N_2O -Inhalation sind noch heute interessant und amüsant zu lesen und von sachlicher Gültigkeit. Davy kannte noch keine Differenzierung in Narkosestadien, und seine Dosierung bestand alleine in der Applikation von reinem Lachgas. So finden wir auch viele Beschreibungen von Komplikationen, die wir heute als Hypoxie - und Zyanosezustände erkennen, und wissen daher, daß Davy eigentlich in erster Linie das Exzitationsstadium beschrieben hat. Humphry Davy gilt als Entdecker der N_2O -Narkose; ihm verdankt das Stickoxydul - in Anspielung auf seine euphorisierende Wirkung - auch den Namen Lachgas (27, 83).

Die Versuche von Davy wurden bald in ganz Europa bekannt, und in gewissen Kreisen wurde das Inhalieren von Lachgas sogar als eine Art exklusives Gesellschaftsspiel betrieben. Gleichzeitig warnten jedoch namhafte Autoren immer wieder vor den Gefahren des N_2O , und so geriet es in der Folgezeit in England auch bald wieder in Vergessenheit (83).

Erst im Jahre 1844 wurde der amerikanische Zahnarzt Horace Wells (1815-1848) wieder auf das Stickoxydul aufmerksam und benutzte es bei Extraktionen in seiner Praxis. Er führte die Lachgasbetäubung als Anästhesiemethode in die Zahnmedizin ein. Schon bald extrahierte Wells nun täglich Zähne unter dem Einfluß des Gases, und seine Begeisterung hierfür wuchs rasch. Schließlich entschloß er sich, seine Entdeckung im Jahre 1845 vor der medizinischen Fakultät in Boston vorzuführen. Wells wollte dort eine schmerzlose Extraktion vornehmen, setzte aber unglücklicherweise den Gassack zu früh ab, die Narkose war ungenügend, und der Patient soll vor Schmerz laut geschrien haben (8, 74, 83, 48). Wells wurde verspottet und als Scharlatan verrufen.

Trotzdem führte er seine Operationen unter N_2O -Anwendung in Hartfort weiter. Gleichzeitig hatte er sich - eigentlich schon vor Morton - auch versuchsweise mit dem Ätherrausch beschäftigt, widmete sich dann aber doch mehr dem Lachgas. Im Gegensatz zu Morton, der mit seiner Methode der Ätherbetäubung bald Erfolg hatte, blieb Horace Wells die wissenschaftliche Anerkennung versagt. Bald zeigte er Spuren von Irrsinn und endigte sein Leben in einem Anfall von Trübsinn selbst am 14. Januar 1848. Erst viele Jahre später würdigte man ihn als den Erfinder der Narkose (8, 83).

In der Folgezeit waren Äther und Chloroform die meistbenutzten Narkotika, während Lachgas für die nächsten 20 Jahre lediglich in der Zahnheilkunde angewandt wurde (27). Die Colton and Smith Dental Association rühmte sich damals, innerhalb eines Jahres 17601 Zähne schmerzlos extrahiert zu haben (31). Aus dem Jahre 1881 liegen von dieser Gesellschaft sogar Berichte über 120 000 Narkosen vor, bei denen es angeblich zu keinem einzigen Todesfall kam (27).

Technische Mängel verursachten jedoch immer wieder Zwischenfälle mit hypoxischen Zuständen. Erst die Mischung des Lachgases mit Sauerstoff setzte in der Narkosetechnik neue Impulse und führte zur Anwendung des Lachgases auch in der Geburtshilfe durch Minnet 1933 (73, 25). Die Jahrhundertwende brachte schließlich in den USA, in England und in Frankreich den Durchbruch der Lachgas-Sauerstoffnarkose. Namen wie Mc. Kesson, Clement und Heidbrink (USA), Macintosh und Goldmann (England) und Lavoine (Frankreich) sind mit dieser Ära aufs engste verknüpft (83, 74).

Großes Aufsehen erregte 1939 ein Buch von Courville, der die schädigenden Nachwirkungen der N_2O-O_2 -Narkose aufgriff und deutlich herausstellte, daß Hypoxien nur durch Beimengung von genügend Sauerstoff vermeidbar seien. So häuften sich von nun an die Lachgasapplikationen mit hohem Sauerstoffanteil. Einer der großen Köpfer dieser Zeit war Dr. M. Hillel Feldmann in New York, der ein Sauerstoffminimum von 20 % des Gemisches forderte (83).

In Deutschland widmeten sich bereits 1860 Herman und später der Heidelberger Neu der Stickoxydulnarkose. Neu war es auch, der den ersten Narkoseapparat mit Dosierungsmöglichkeit und ohne Überdruck konstruierte (27). An der Heidelberger Universitäts-Frauenklinik konnte im Jahre 1911 von Neu, Gottlieb und Madelung die erste genau dosierte Lachgas-Sauerstoffanästhesie mit Hilfe von Rotametern erfolgreich durchgeführt werden (20). Bis etwa 1926 gab es jedoch für diese Methode nur wenig Befürworter und sie galt als zu gefährlich. Außerdem fand sie Anfang dieses Jahrhunderts in der Lokalanästhesie eine ständig wachsende Konkurrenz. Der internationale Kongreß in Amerika brachte schließlich aber auch in Deutschland eine Wende zugunsten des Lachgases. Bedingt durch Vereinfachung der Methoden und größere Sicherheit der Geräte, erkannte man auch hier die Vorteile gegenüber Äther und Chloroform (83). Die Hamburger Universitätsklinik Eppendorf wurde in den Jahren nach 1925 durch Dr. P. Sudeck und Dr. Schmidt zu einem neuen Zentrum für die Weiterentwicklung der Stickoxydulnarkose (27, 26). Der deutsche Pionier der Lachgasnarkose, Prof. Hans Pflüger in Hamburg, trug wesentlich zur Konstruktion und Verbesserung der Dräger-N₂O-Apparate bei und paßte sie den zahnärztlichen Bedürfnissen an.

Während die bisherigen Ausführungen sich mit der Geschichte der allgemeinen Anästhesie befassen, verdient die Entwicklung der Lachgasanalgesie noch eine eigene Erwähnung. Der Begriff Analgesie war in der Anfangszeit der Narkose noch unbekannt. Mc.Kesson und Heidbrink hatten jedoch bereits Kenntnisse dieses Stadiums. Die Aufrechterhaltung dieses Zustandes gestaltete sich aber noch äußerst schwierig, und man versuchte schon bald, mit dem Patient-Control-System dieses Problem zu bewältigen. Eine der ersten Arbeiten über die Stickoxydulanalgesie veröffentlichte Holst 1926 in Kopenhagen. 1936 erschien in Paris ein Werk des französischen Zahnarztes I.N. Brille "Analgésie et Anesthésie en Chirurgie Dentaire" (11), in dem Durchführung

und Indikationen interessant dargestellt sind. Insbesondere amerikanische Autoren wie H.M. Seldin, J.F. Henegan und H. Langa hatten maßgeblichen Anteil an der Entwicklung der N_2O -Analgesie und sollten hervorgehoben werden. In Deutschland war lange Zeit die Lachgasanalgesie unbekannt. Gerätetechnisch und auch in der Literatur gab es bis in jüngere Vergangenheit keine klare Trennung zwischen Analgesie und Lachgasnarkose (6, 18, 83). Die Veröffentlichungen befaßten sich fast ausschließlich mit der Kurznarkose, oft auch als "Lachgasrausch" bezeichnet. Auch vom juristischen Standpunkt her gab es hier keine Differenzierung. Obwohl es heute Apparate mit einem Höchstmaß an Sicherheit gibt, und wir über umfassende Fachliteratur namhafter Autoren verfügen (B. Amian, F. Schön, E. Fuchs, P. Vonow, E. Krüger-Janson, vor allem aber in jüngster Zeit amerikanische Autoren, wie G.D. Allen, B.F. Guerney, R.S. Alstine, C.J. Wright u.a.), wird die Lachgasanalgesie in Deutschland heute kaum mehr durchgeführt. Das fehlende Lehrangebot an deutschen Ausbildungsstätten verhindert darüber hinaus die Weitervermittlung dieser wertvollen medizinischen Errungenschaft an junge Zahnärzte.

1.3 N₂O chemisch-physikalisch-pharmakologisch

Das Lachgas ist chemisch betrachtet das Distickstoffmonoxyd, auch als Stickstoffoxydul oder Stickoxydul bezeichnet.

Summenformel: N₂O

Strukturformel:



Das Gas kann durch Erhitzen von Ammoniumnitrat auf etwa 240° C hergestellt werden (27). Es wiegt 1,5 mal so schwer wie Luft, sein Siedepunkt liegt bei -89,5° C. Im Wasser ist es zu 100 % löslich, im Blutplasma zu 43 % (39). Diese Zahlen werden in der Fachliteratur jedoch sehr unterschiedlich beurteilt, die Angaben über die Wasserlöslichkeit des Lachgases weichen sehr stark voneinander ab (29). Das Stickoxydul ist farblos, hat einen leicht süßlichen Geschmack, ist selbst nicht brennbar und auch in Verbindung mit Sauerstoff nicht explosibel (33).

Es unterhält jedoch die Verbrennung, d.h. Gemische mit entzündlichen Narkotika sind mindestens genauso explosibel, als Gemische dieser mit Luft (57).

N₂O ändert sich chemisch erst bei sehr hohen Temperaturen (400 - 500° C). Durch Alkali findet keine chemische Veränderung statt; das Gas kann deshalb mit Natriumkalk zusammen bedenkenlos verwandt werden (37, 54).

Das Stickoxydul wird unter hohem Druck (50 atü) verflüssigt und kommt in Stahlflaschen in den Handel (39). Verunreinigungen durch Nitrogen, Ammoniak, Stickoxyd oder Wasser - früher oft ein Grund für Komplikationen - kommen heute nicht mehr vor (39, 37).

Der Druck in der Lachgasflasche bleibt theoretisch den Gasgesetzen entsprechend stets konstant, bis der letzte Gastropfen verdunstet ist (48).

Lediglich Temperaturunterschiede und ein starker Verbrauch sorgen vorübergehend für Druckschwankungen, und der Füllungs-
zustand der Flasche ist an sich nur durch Abwiegen zu beurteilen (54). Für die Praxis bringt dies den Nachteil, daß der Füllungs-
zustand der N_2O -Flasche, im Gegensatz zur Sauerstoff-
flasche, nicht am Manometer abgelesen werden kann. Während einer Analgesie kann man also plötzlich und unerwartet vor einer leeren Lachgasflasche stehen. Der normale Druckbereich ist beim Analgisor 19 durch die grüne Skala gekennzeichnet, und es empfiehlt sich, die N_2O -Flasche dann auszuwechseln, wenn bei stärkerem Stickoxydulverbrauch der Druck auf etwa 2 bis 5 atü absinkt (auch wenn der Druck später wieder etwas ansteigen sollte). Die dann noch vorhandene Lachgasmenge reicht für unsere Zwecke meist nicht mehr aus (27).

Pharmakologisch stellt das N_2O ein hervorragendes Inhalationsanalgetikum und Sedativum (13), jedoch ein schwaches Narkotikum dar. Seine Wirkung umfaßt das Stadium I bis III/1 nach Guedel (81). Selbst eine Dosis von 80 % Lachgas und 20 % Sauerstoff kann alleine oder auch in Verbindung mit Muskelrelaxantien nicht als zufriedenstellendes Anästhetikum für Operationsbedingungen angesehen werden (60). "Im Organismus geht das Lachgas keinerlei chemische Reaktion ein" und wird auch unverändert völlig wieder ausgeschieden. "Seine narkotische Wirkung muß also auf physikalischen Prozessen beruhen" (45, 34). "Es besitzt nach Eichholz nicht die geringste lokale Reizwirkung" (39).

Die Absättigung des Blutes und der Gewebsflüssigkeit erfolgt entsprechend dem geringen Löslichkeitskoeffizienten (0,5) sehr schnell, ebenso schnell verschwindet das Gas auch wieder aus dem Körper (45).

Das Stickoxydul kann nicht als Sauerstoffquelle dienen und muß deshalb stets in Verbindung mit genügend Sauerstoff (mindestens 20 %) verabreicht werden (39).

Entgegen der Theorie der gehemmten Zellatmung durch Sauerstoffmangel hat Persson nachgewiesen, daß Lachgas selbst eine narkose-spezifische Wirkung besitzt (27,70). Bei reiner N_2O -Verabreichung tritt zunächst unter leichter Zyanose Bewußtlosigkeit, schließlich Asphyxie und Tod durch Erstickten ein (39).

1972 veröffentlichten J.H. Eisele und N.Ty. Smith in der Zeitschrift "Anesthesia & Analgesia" einen Bericht, in dem die Wirkung des Lachgases auf Herz und Kreislauf untersucht, und die Ungefährlichkeit des N_2O besonders bei herzkranken Menschen in einer Konzentration von nur 40 % bereits angezweifelt wird (15, 1). Auch aus dem "Lancet Editorial" 1973 weist ein Artikel auf einen geringen Abfall der Herzleistung während der Analgesie hin, der für manche Infarktpatienten schädlich sein könnte (46). Schon 1971 jedoch konnten G.B. Everett und G.D. Allen in einer Untersuchungsreihe zeigen, daß die physiologischen Veränderungen während einer Lachgasanalgesie etwa jenen entsprechen, die auch bei einer Einatmung von reinem Sauerstoff entstehen, also harmlos seien (die Lachgasdosierung reichte in der Untersuchungsreihe allerdings auch nur bis 40 %)(16).

2. Lachgasgeräte

2.1. Geschichte und Entwicklung von Apparaten und Methoden

Den ersten Versuchsapparat für Lachgasnarkosen dürfte wohl Humphry Davy in einem Selbstversuch benutzt haben. In einem Brief von 1799 berichtet er von einer geschlossenen Kiste von etwa 1 m^3 (die offenbar nicht ganz luftdicht war, sonst hätte er nicht über eine Stunde darin verbringen können), in die er sich in gewissen Zeitabständen jeweils 20 "Quarts" N_2O hineinblasen ließ. Davys bunte und abenteuerlich anmutende Schilderung seiner Empfindungen entspricht seinen unklaren Vorstellungen von Narkosestadien und Dosierung (83).

In der Folgezeit benutzte man einfache Gassäcke aus Gummi und ließ die Patienten über Masken und Schlauchansätze bis zum Eintritt der Bewußtlosigkeit reines Gas einatmen; daraufhin wurde die Lachgaszufuhr abgestellt, und die Extraktion mußte zügig vorgenommen werden (65, 11).

Geniale Gerätekonstrukteure und Anästhesisten brachten schließlich die Entwicklung der Narkoseapparate um die Jahrhundertwende in den USA entscheidend vorwärts und beherrschten ihre Methoden mit großer Vollkommenheit. Sie gelten als Begründer der "Intermittent-Flow-Geräte" (nach Mc.Kesson) und "Continuous-Flow-Geräte" (nach Heidbrink) (74, 83). Mc.Kesson wie auch Heidbrink führten schon früh die Patient-Control-Methode in den USA ein, um ein Hinübergleiten der Patienten in tiefere Narkosestadien zu verhindern.

Die Mc.Kesson-Lachgas-Sauerstoffnarkose war eigentlich eine Hypoxienarkose. Das Prinzip war es, die Sauerstoffzufuhr bis an die möglichen Grenzen zu drosseln, um so die schwache narkotische Potenz des Lachgases zu verstärken. Dabei benutzte er als erster eine dosierbare partielle Rückatmungseinrichtung (Mc.Kesson Nargraf-Gerät) und verfolgte durch Blutdruckmessungen den Narkoseverlauf (83).

Aus dem Jahre 1936 ist eine von dem Pariser Zahnarzt I.M. Brille benutzte Apparatur interessant und erwähnenswert. Er verabreichte seinen Patienten reines Lachgas, konnte aber durch eine Umschaltvorrichtung jeweils auf reine Luft umstellen. So betätigte der Operateur mit der Uhr in der Hand alle 30 Sekunden den Hebel und der Patient atmete abwechselnd Lachgas bzw. Luft. Wegen der erheblichen Hypoxiegefahr ist dieses Verfahren heute natürlich nicht mehr tragbar (11).

Der New Yorker Zahnarzt James F. Henegan führte als erster die Lachgasanalgesie mit einem Flow-Meter-Apparat der Foregger-Company durch und hob deren Vorteile hervor: "Die Dosierung von Lachgas und Sauerstoff erfolgt unabhängig voneinander, jedes Gas für sich alleine in Minutenlitern", so daß die Menge des entströmenden Gases stets exakt ablesbar war. Der schweizer Lachgasspezialist P. Vonow ging auf Henegans Anregung zum Foregger Apparat über, setzte jedoch einen wesentlich höheren Sauerstoffgehalt als konstant an und dosierte mit dem Lachgas (Henegan hingegen benutzte noch das umgekehrte veraltete Verfahren) (83).

In Deutschland war es H. und B. Dräger schon vor der Jahrhundertwende durch die Konstruktion eines geeigneten Flaschenventils und Sauerstoffreduzierventils gelungen, Gas unabhängig vom Flaschendruck fein einstellbar und gleichmäßig zu entnehmen (26). So baute Neu den ersten Narkoseapparat mit Dosierungsvorrichtungen ohne Überdruck. Der frühere Ordinarius der Hamburger Universitätsklinik Hans Pflüger schuf schließlich in enger Zusammenarbeit mit den Dräger-Werken in Lübeck eine breite Basis für die einfache und sichere Anwendung des Lachgases in der zahnärztlichen Praxis (Lachgasanalgesie-Apparat Modell B/C nach Pflüger 1930 für Zahnärzte) (27).

In Europa war während des ersten Weltkrieges Stickoxydul nur schwer und sehr teuer erhältlich. Daher kam es u.a., daß in dieser Zeit kaum geeignete N_2O -Analgesie-Apparate zur Verfügung standen. Die Dräger-Werke bauten ihre Apparate aus Gründen der Gaseinsparung zunächst noch nach dem Kreislauf-System (26). Erst 1952/53 stellten sie ihre großen Narkosegeräte auf kleinere Dosierungen um (" K_2 ", 1952) bzw. bauten 1953 den Analgesieapparat "Marius", so daß auch die erste und zweite Stufe der Analgesie mühelos über längere Zeit gehalten werden konnte (83)

In dem Gerät "Analgisor 19" (Dräger-Werke) haben heute einfache Bedienung und maximale Sicherheitsvorkehrung eine gewisse technische Vollkommenheit erreicht.

Leider sehen sich die Dräger-Werke infolge der geringen Nachfrage gezwungen, in absehbarer Zeit die Produktion von Analgesie-Apparaten zu verringern oder gar ganz einzustellen.

2.2 Systeme - Apparate

Das nötige Werkzeug für die zentrale Analgesie besteht in einem geeigneten Lachgasgerät. Neben den Fähigkeiten des Zahnarztes ist der Erfolg oder Mißerfolg vor allem auch von der technischen Konstruktion des Gerätes abhängig. Der Apparat hat grundsätzlich folgende Aufgaben zu erfüllen:

- a) ein Höchstmaß an Sicherheit sowohl für den Zahnarzt, vor allem aber für den Patienten muß gewährleistet sein;
- b) der Apparat soll eine leichte und übersichtliche Bedienung ermöglichen. Die Dosierung der Gase muß eindeutig erkennbar sein. Da der Zahnarzt Operateur und Anästhesist zugleich sein muß, kommt diesem Punkt besondere Bedeutung zu;
- c) sowohl bei hohem als auch bei niedrigem Druck in den Gasflaschen soll durch Reduzierventile stets eine gleichmäßige Gasmenge in geeigneter Form den Druckflaschen entnommen werden können (N_2O -Flaschen stehen unter 50 atü, O_2 -Flaschen unter 150 atü) (26);
- d) das Gerät soll die entströmenden Gase exakt dosieren können, entweder Lachgas und Sauerstoff getrennt in Minutenlitern (Continous-Flow-System), oder gemischt in bestimmten prozentualen Verhältnissen (Intermittent-Flow-System) (83);
- e) die am Patienten benutzten Teile müssen aus hygienischem Material bestehen, leicht zu pflegen (sterilisieren) sein und dürfen den Patienten nach Möglichkeit nicht behindern oder belästigen.

Die Fülle von Versuchsapparaturen und Gerätekonstruktionen, zum Teil auch völlig unzureichende Vorrichtungen, die trotzdem in der Lachgasanalgesie erfolgreich waren, bestätigen die Feststellung Tracksdorfs: "Das was in der Hand des einen Zahnarztes zu guten Erfolgen führen mag, kann in der Hand eines anderen klägliche Ergebnisse zeigen. Niemals soll auf Apparate alleine ein zu großer Wert gelegt werden, aber mit dem verwandten Konstruktionstyp muß man sich beschäftigen, um seine Funktion genau zu kennen." (78).

Da es heute für Zahnärzte kaum mehr Möglichkeiten gibt, die Technik der Lachgasanalgesie zu erlernen, erfolgt der Umgang mit Stickoxydul oft ohne entsprechende Fachkenntnisse und Erfahrung. Der Praktiker sollte sich deshalb aus Sicherheitsgründen ausschließlich auf die Benutzung zeitgemäßer N_2O -Analgesiegeräte beschränken.

2.2.1. Einteilung der Systeme

Die Narkose- bzw. Lachgasapparate lassen sich nach verschiedenen Gesichtspunkten einordnen:

2.2.1.1. Einteilung nach Art des Atemsystems

Nach Moyers sollte man die Atemsysteme in vier Gruppen einteilen, je nach Größe der Rückatmung bzw. Vorhandensein eines Reservoirs für Atemgase (25).

a) Geschlossenes System

Hier finden wir nur reine Narkosegeräte, die schon wegen der hohen Anschaffungskosten für die zahnärztliche Analgesie ausscheiden. Sie arbeiten nach dem Prinzip der Pendel- oder Kreisatmung, wobei das Atemventil zugedreht ist. Das ausgeatmete Gas wird nicht nach außen abgegeben, sondern wird wieder neu aufbereitet und zur Inspiration benutzt. Der Vorteil liegt in der Gaseinsparung, nachteilig ist neben den hohen Kosten der notwendige CO_2 -Absorber, durch den der Patient während der Analgesie einen beträchtlichen unangenehmen Atemwiderstand verspüren würde (25, 39, 83).

Beispiel: Dräger-Kreisssystem-Narkoseapparat, Aufbaumodell
"Romulus"

b) Halboffenes System

Beim halboffenen System wird aus einem Reservoir eingeatmet und über ein Ventil quantitativ in die Atmosphäre ausgeatmet. Das Ventil verhindert dabei die Rückatmung. Ein Atemzug besteht aus frischer Raumlufte, der anästhetische

Dämpfe, eventuell Sauerstoff, zugesetzt sind. Der Atemwiderstand ist nur geringgradig erhöht. Ein CO_2 -Absorber ist unnötig, da der größte Teil des Ausatemungsgemisches nach außen entweicht (25, 39, 83).

Beispiel: Dräger "Marius"

c) Halbgeschlossenes System

Hier wird das Reservoir größer, es besteht partielle Rückatmung durch den Rückfluß eines Teiles des Expirationsgemisches in den Atembeutel. Es entsteht somit Mischluft, ein CO_2 -Absorber ist notwendig, und es muß gegen einen erhöhten Widerstand geatmet werden (25, 39)

d) Offenes System

Das gesamte Expirationsgemisch entweicht an die Außenluft, eine Rückatmung findet nicht statt (25, 83, 39).

Beispiele: Dräger "K₂", "Analgor 19", Äthertropfmasken (Schimmelbuschmasken)

Geräte, wie z.B. der Heidbrink "Simplex" und der Foregger-Dental-Apparat können sowohl als halboffenes, wie auch als geschlossenes System benutzt werden. Vor einer CO_2 -Intoxikation durch unbeabsichtigtes Schließen der Luftöffnung wird jedoch gewarnt (83).

Tabelle aus: "Lehrbuch der Anästhesiologie und Wiederbelebung", S. 245 (25)

<u>Bezeichnung des Atemsystems</u>	<u>Reservoir</u>	<u>Rückatmung</u>
Offen	fehlt	fehlt
Halboffen	vorhanden	fehlt
Halbgeschlossen	vorhanden	partiell
Geschlossen	vorhanden	total

2.2.1.2. Einteilung nach Art des Gasgemisches

a) Lachgas-Luftgeräte

"Maschinen, die nur Stickoxydul/Luft-Gemische abgeben, sind vom medizinischen Standpunkt aus gesehen, abzulehnen." (64)
Sie sind veraltet und unsicher, da sie mit Sauerstoffmengen unter 20 % arbeiten. N_2O gibt bekanntlich keinen Sauerstoff im Organismus ab, der O_2 -Bedarf wird also aus dem Luftanteil des Gemisches gedeckt. Schon bei einem Gemisch aus 30 % Lachgas und 70 % Luft blieben nur noch 14 % Sauerstoff übrig, was unter dem übereinstimmend festgelegten Minimum von 20 % liegt.

b) Lachgas-Sauerstoff-Luftgeräte

Diesen Geräten entfließt Lachgas und Sauerstoff gemessen in Litern pro Minute, ablesbar an einem Flowmeter. Dazu kommt Luft durch eine Öffnung der Nasenmaske, je nach Bedarf; sie dient als Füllmittel. Eine Dosierung nach Prozenten würde hier stets ungenau bleiben. Die N_2O - O_2 -Luftapparate arbeiten vorwiegend nach dem Continuous-Flow-System. Viele Fachleute befürworten dieses System; die Gründe hierfür werden später eingehend erläutert (83).

Beispiele: Dräger "Marius", Heidbrink "Simplex",
Foregger-Apparat

c) Lachgas-Sauerstoff-Apparate

Die Geräte geben Lachgas und Sauerstoff in prozentualen Anteilen ab. Die eingestellte O_2 -Menge ergänzt sich jeweils zu 100 % mit Sauerstoff. (Beispiel: beim Analgisor 19 bringt die Einstellung 60 % Sauerstoff automatisch 40 % Lachgas mit sich). Auf den Nachteil der Dosierung nach O_2 -Prozentten hinsichtlich der Übersichtlichkeit des Apparates muß hingewiesen werden. Bei dem zur Analgesie benötigten, relativ geringen Lachgasanteil ist eine Ergänzung des restlichen Atemvolumens alleine durch Sauer-

stoff jedoch bei namhaften Autoren umstritten, da ein derart großer Sauerstoffanteil (70 % und mehr) nach Fuchs, Persson, Reus und Vonow möglicherweise stimulierend auf die Schmerzempfindung wirken könne (27, 52, 58, 83). Die Geräte arbeiten nach dem Intermittent-Flow-System.

Beispiele: Dräger "Analgisor 19", "K₂", Mc.Kesson-Apparat

2.2.1.3. Einteilung der Geräte nach dem Operator- bzw. Patient-Control-System (78)

a) Patient-Control-System

Der Gasstrom wird vom Patienten selbst mittels einer geeigneten Vorrichtung (Handgummiballons, Maskenhalter u.ä.) beeinflusst und geregelt. Der Patient kann angeblich in ein tieferes Stadium der Narkose nicht ungewollt abgleiten, weil schon im 3. Stadium der Analgesie durch Erschlaffung der Muskulatur der Gummiball nicht mehr bedient werden kann (79). Die Patient-Control-Apparate konnten sich jedoch nie richtig durchsetzen und werden auch heute kaum mehr angewandt. Die Gründe hierfür werden später erläutert.

Beispiele: Mc.Kesson "Easor", Heidbrink "Airator" u.a.

b) Operator-Control-System

Allein der Behandler bedient dieses Gerät, eine Beeinflussung von seiten des Patienten ist nicht möglich. In der Hand eines erfahrenen Zahnarztes lassen sich mit diesen Apparaten hervorragende Ergebnisse erzielen (79).

Beispiel: Mc.Kesson "Euthesor"

c) Apparate mit beiden Möglichkeiten

Durch Umstellen eines Hebels ist es möglich, diese Geräte nach beiden Methoden zu benutzen (83).

Beispiele: Mc.Kesson "Euthesor", Heidbrink "Simplex" u.a.

2.2.1.4. Einteilung nach dem Continous-Flow- und Intermittent-Flow-System

a) Continous-Flow-System

Der Gasstrom aus den Lachgas- und Sauerstoffflaschen fließt kontinuierlich und unabhängig von Expiration und Inspiration. Ein Teil des Ausatmungsgemisches fließt in ein Reservoir zurück. Es kann also eine partielle Rückatmung stattfinden. Die Dosierung erfolgt quantitativ nach Litern pro Minute, ablesbar an Flowmetern. Dabei besteht die Möglichkeit eines Luftzusatzes, ohne daß dabei die Genauigkeit der Dosierung von N_2O und O_2 sehr gestört würde (N_2O - O_2 -Luftgeräte). Continous-Flow-Geräte arbeiten meist nach dem halboffenen System (64, 83). (vgl. dazu: Abb. 6)

Ein überzeugter Anhänger dieser Geräte ist z.B. der amerikanische Lachgasspezialist, Prof. G.D. Allen (2), ebenso wie der Schweizer P. Vonow.

Beispiele: Heidbrink "Simplex", Foregger-Dental-Modelle, Dräger "Marius"

b) Intermittent-Flow-System

Nur während der Inspirationsphase entströmt durch den Sog des Patienten Gas aus der Flasche über ein Ventil ("lungenautomatische Dosierung"). Als Vorteil heben die Anhänger dieser Methode die Kontrolle der Gasmenge durch die Atmung hervor, da die rhythmische Atmung eines der Symptome einer guten Analgesie sei (75). Das Expirationsgemisch wird völlig nach außen abgegeben, der Gasstrom ist dabei durch das Ventil unterbrochen. Dieser Mechanismus bringt eine erhebliche Gaseinsparung und damit auch Kostenminderung (27). Die Dosierung erfolgt nach Prozenten des einen Gases, in der Regel nach O_2 -Prozent, wobei sich das zweite Gas automatisch zu 100 % ergänzt. Ein Luftzusatz würde die

Dosierung völlig ungenau gestalten, es können hier also nur zwei Gase zur Anwendung kommen (Lachgas/Sauerstoffgeräte). Eine Rückatmung kann nur durch erheblichen Mehraufwand an Technik verwirklicht werden. Diese Geräte arbeiten meist nach dem offenen System. Manchmal besteht auch die Möglichkeit, durch Betätigung eines Überdruckventils den Apparat zum Dauerflieger umzugestalten. (Beispiele: Dräger "K₂", "Analgor 19"). Diese Einrichtung ist vor allem für flach atmende Patienten vorgesehen, damit sie den geringen Einatemwiderstand des lungenautomatischen Ventils nicht zu überwinden brauchen. Vor allem bei Kleinkindern kann dies von Vorteil sein. (27, 64, 83, 14).

Beispiele: "K₂", "Analgor 19"

(Vgl. dazu: Abbildung 7)

2.2.2. Nähere Erläuterungen zu zwei Lachgasapparaten

Im folgenden werden zwei sehr unterschiedlich arbeitende, mit sehr guten Sicherheitsvorkehrungen ausgestattete Geräte eingehender beschrieben.

2.2.2.1. Dräger-Gerät "Marius" (1952)

Er arbeitet nach dem halboffenen System mit partieller Rückatmung als Continous-Flow-Gerät. Die Nasenmaske besitzt aus Sicherheitsgründen ein nicht verschließbares Luftloch. Eine CO₂-Intoxikation kann dadurch mit Sicherheit vermieden werden. Es handelt sich also um einen Lachgas-Sauerstoff-Luft-Apparat. Durch pneumatische Sicherung kann Lachgas überhaupt nur dann abgegeben werden, wenn mindestens 2 Liter Sauerstoff pro Minute fließen. Andererseits ist das Lachgas auf maximal 8 Liter pro Minute begrenzt. Eine Hypoxie ist

nicht möglich, da der Sauerstoffgehalt nie unter 20 % absinken kann. Wissenschaftliche Untersuchungen von H. Nücker bestätigen dies eindeutig (50). Die Dosierung der beiden Gase erfolgt über Rotameter unabhängig voneinander in Minutenlitern. Da die festeinstellbare Mindestmenge von 2 Litern O_2 pro Minute für fast alle Behandlungsmaßnahmen genügt, kann der Operateur die Analgesie meist alleine durch die N_2O -Dosierung mit einer Hand steuern und braucht nur ein Rotameter zu beobachten (71, 27). Normalerweise wird der Apparat nach der Operator-Control-Methode benutzt, kann aber auch durch eine Zusatzvorrichtung auf Patient-Control umgeschaltet werden (27, 50, 83).
(Vgl. dazu: Abbildung 1)

2.2.2.2. Dräger-Gerät "Analgor 19" (1972)

Der "Analgor 19" ist ein lungenautomatisches Gerät (Intermittent-Flow-Gerät) und arbeitet nach dem offenen System. Es besteht also keinerlei Rückatmungsmechanismus. Als Lachgas-Sauerstoffgerät erfolgt die Dosierung mittels Einknopfbedienung nach O_2 -Prozenten. Die Lachgasmenge ergänzt sich zu 100 % und ist somit von der Gesamtgasmenge unabhängig. Durch Betätigung des Drehknopfes "Überdruck" kann das Gerät zum Dauerflieger für Flachatmer umgestellt werden, was besonders bei Kindern von Vorteil sein kann. Der Widerstand des Atemventils braucht dann nicht mehr überwunden zu werden. Eine Sauerstoffkonzentration unter 20 % ist nicht möglich; die Dosierung erfolgt stufenlos zwischen 20 und 100 % O_2 . So besteht auch bei maximaler Lachgasdosis (80 %) noch keine Hypoxiegefahr. Andererseits kann in Notfällen auch reiner Sauerstoff verabreicht werden. Bei leerer O_2 -Flasche wird der Lachgaszufluß automatisch gesperrt, ebenso ist eine N_2O -Entnahme bei verschlossener Sauerstoffflasche nicht möglich (5, 14)
(Vgl. dazu: Abb. 2)

2.2.3. Sicherheit und Zuverlässigkeit von Apparaten

In Bezug auf Sicherheit, Eignung und Zuverlässigkeit von Lachgasgeräten findet man in der älteren Literatur sehr gegensätzliche Ansichten. Grundsätzlich ist die Sicherheit eines Gerätes so groß, wie es den Fähigkeiten seines Bedieners entspricht. Wer also mit veralteten Apparaturen über längere Zeit Erfahrungen gesammelt hat, wird vermutlich erfolgreicher mit seiner Methode arbeiten können, als mancher Anfänger mit modernen, sicherheitstechnisch ausgereiften Geräten. Sicher wäre es aber längst an der Zeit, gesetzlich die Benutzung jener Lachgasapparate für die zahnärztliche Praxis zu verbieten, die eine Kurznarkose auch nur ermöglichen. "Es war mit den bisher in Deutschland gebräuchlichen Lachgas-Narkosegeräten tatsächlich fast ein Ding der Unmöglichkeit" das tiefste Analgesiostadium auf längere Zeit halten und auswerten zu können, ohne Übergang zur Exzitation und Toleranz (88).

Angeregt durch Tracksdorf wurden seit etwa 1954 die Begriffe der "absoluten" und "relativen" Sicherheitsgrundlage in die Fachliteratur übernommen (42, 88, 78). Diese Ausdrücke bezogen sich vor allem auf die Mitarbeit des Patienten an der Analgesie und dienten u.a. der Differenzierung des Begriffes "Patient-Control-Methode". Als Geräte der relativen Sicherheitsgrundlage galten z.B. der Dräger "Marius" mit Ballsteuerung, ferner alle Lungenautomaten mit oder ohne Ballsteuerung der Frischluft (Dräger "K", "K₁", "K₂"). Nur der Luftanteil konnte hier vom Patienten selbst reguliert werden. Auf absoluter Sicherheitsgrundlage arbeiteten die Geräte mit reiner Patientensteuerung, wie z.B. der Mc.Kesson "Euthesor" bei Umschaltung auf das Patient-Control-System, der Mc.Kesson "Easor" und das Socsil-Gerät "S" der Firma Socsil in Lausanne-Mailand (88). Hier übernahmen die Patienten selbst die Steuerung der Analgesie.

Lange Zeit galten also folgende Kriterien als Maßstab für maximale Sicherheit:

1. unbedingte Einhaltung der 20 %-igen Sauerstoffzufuhr,
 2. Lachgasblockierung bei leeren Sauerstoffflaschen
 3. Patientensteuerung
- (78).

In der Folgezeit wiederum war man der Meinung, daß optimale Sicherheit geboten wäre, bei Apparaten mit Lachgasblockierung, in Verbindung mit der Möglichkeit, sowohl Patientensteuerung, als auch Operator-Steuerung durchführen zu können. Der Sauerstoffanteil als absolute Forderung wurde wieder fallengelassen. (78)

Aus der verwirrenden Diskussion über sicherheitstechnische Fragen kristallisierten sich schließlich in breiter Übereinstimmung mit den meisten zeitgenössischen Fachleuten folgende Forderungen an ein modernes Analgesiegerät heraus:

1. Das Gerät soll exakte, genau der Dosierung entsprechende Gasgemische abgeben (65). G.D. Allen fordert als Minimum eine Genauigkeit in der Dosierung von $\pm 5\%$, da Konzentrationsunterschiede von über 5 % bereits eine klinisch erkennbare Wirkung hervorrufen können (2, 3). Ungenau arbeitende Apparate waren mit Sicherheit schuld an vielen Mißerfolgen der Vergangenheit und an dem Mißkredit, in dem die Lachgasanalgesie heute bei den meisten Zahnärzten steht (51).
2. Die Sauerstoffkonzentration im Einatemungsgemisch darf in keinem Fall 20 % unterschreiten. Hypoxische Zustände können so mit Sicherheit ausgeschlossen werden, weil ja auch in der reinen Luft der O_2 -Anteil 20 % nicht überschreitet (52).

3. Andererseits soll auch eine Verabreichung von 100 % Sauerstoff in Notfällen mit einem einfachen Handgriff möglich sein (2, 5).
4. Die optimale Übersicht ist nur gewährleistet, wenn das Gerät als Einknopfgerät arbeitet, d.h. der Operateur muß entsprechend dem Operator-Control-System jederzeit in der Lage sein, mit einer Hand den Gasstrom vollkommen zu steuern, den Patienten dabei im Auge zu behalten und gleichzeitig mit einer Hand weiterarbeiten können. (5). Druckmanometer, Dosierskala oder Flowmeter müssen übersichtlich angeordnet sein.
5. Bei leerer O_2 -Flasche muß ein Ventil automatisch die weitere Lachgaszufuhr abstellen, während ein anderes Ventil dann sofort die Einatmung von reiner Luft ermöglichen soll. Ein Gasstrom bestehend aus reinem Lachgas darf also gar nicht vorkommen (65). Auch Alarmlampen oder akustische Signale können das Leerwerden der O_2 -Flaschen anzeigen (2).
6. Akustische und optische Kontrolleinrichtungen sollten ein Überwachen der Atmung erlauben, da die Atmung eine hervorragende Möglichkeit bietet, die Analgesie zu steuern (5).
7. Bei prozentualer Dosierung sollte das Gemisch nicht nach Sauerstoff - sondern nach Lachgasprozenten eingestellt werden können. Die Dosierung nach Sauerstoff bringt manchmal Verwirrung, weil "viel" Sauerstoff eine leichte Analgesie bedeutet, während "weniger" Sauerstoff eine tiefere Analgesie bringt (5). Übersichtlicher wäre auch eine völlig stufenlose Dosierung. Beim Analgisor 19 z.B. muß ab 50 % ein Hebel umgestellt werden, um bis 100 % O_2 weiterdosieren zu können.

8. Bei Lachgas-Sauerstoff-Luftgeräten mit partieller Rückatmung müssen Schutzmaßnahmen getroffen sein, um einer gefährlichen CO_2 -Retention in der Atemluft vorzubeugen. (83).

Weitgehend erfüllt finden wir vorstehende Forderungen, z.B. am Analgisor 19 verwirklicht. Mit diesem Gerät konnte ich auch wertvolle eigene klinische Erfahrung sammeln.

2.3 Pflege und Reinigung der Geräte

Die Besprechung der einzelnen Apparate zeigt, wie durch technischen Aufwand die Sicherheit während einer Analgesie maßgeblich erhöht werden kann. Auch im Hinblick auf das Infektionsrisiko bei Benutzung derselben Mundstücke für verschiedene Patienten sollte man bemüht sein, durch hygienische Maßnahmen weitere Gefahrenmomente auszuschalten (25).

Die Nasenmasken und besonders auch die Atemschläuche müssen nach jedem Gebrauch gereinigt und desinfiziert werden. Besser ist jedoch in jedem Fall eine Sterilisation. Einen großen Fortschritt brachte hier die Anwendung des Äthylenoxyds, weil hiermit auch hitzelabile Materialien ohne Schaden sterilisiert werden können. Da Äthylenoxyd die Atemwege reizt und sich im Gummi anreichern kann, ist nach der Sterilisation für eine vollständige Verdampfung des Gases zu sorgen. Einrichtungen für eine solche Gassterilisation stehen meist nur in großen Kliniken zur Verfügung (9).

Nach Vonow genügt für die freie Praxis eine gründliche Reinigung mit anschließendem Bad in Desogen 5 % oder Merfen 1 : 5000. Nach einer halben Stunde werden die Masken nochmals abgespült und getrocknet und sind dann wieder zum Gebrauch bereit (83).

Pflüger empfiehlt zum selben Zweck 0,5 %-ige Zephirollösung für 3 bis 4 Stunden (54). Beim geringsten Verdacht auf akute Infektionen sollte jedoch auf sterilisierende Mittel nicht verzichtet werden.

3. Grundlagen der zentralen Analgesie

3.1 Narkosestadien

Die Theorie der Narkose ist bis heute nicht sichergestellt. Eine exakte wissenschaftliche Definition ist deshalb nicht möglich. Nach G.D. Allen ist die allgemeine Anästhesie definiert als der Verlust des Gefühls und der Sinnesempfindung, wobei keine bewußte Reaktion oder verbaler Kontakt zum Patienten mehr besteht (3). K. Schulze beschreibt die Narkose als einen reversiblen Zustand, "der charakterisiert ist durch

- a) Bewußtlosigkeit,
- b) Empfindungs- und Schmerzlosigkeit,
- c) weitgehenden Tonusverlust der quergestreiften Muskulatur,
- d) neurovegetative Dämpfung im weitesten Sinn" (70).

Auf dem Weg über die Lungen und die Blutbahn greift das Narkotikum zunächst am Großhirn an. Bei steigender Konzentration im Blut wird weiterhin das Rückenmark und schließlich der Hirnstamm mit seinen vegetativen Zentren gelähmt (18, 45). Entsprechend diesen stufenweise sich folgenden Angriffspunkten, läuft auch eine Narkose in einzelnen mehr oder weniger deutlich erkennbaren Stadien ab (27).

Im allgemeinen folgt man heute der Einteilung der Narkosestadien nach Guedel, der als erster dieses Schema für Äther aufgestellt hat; (vgl. dazu: Tabelle 1). Durch die spezifischen Eigenschaften verschiedener Narkotika ist eine gezielte Beeinflussung des Narkoseverlaufs möglich. Die einzelnen Phasen werden der individuellen narkotischen Potenz des Pharmakons entsprechend auch verschieden schnell durchlaufen (27). Neben den Eigenschaften des Narkotikums

selbst wird die Narkosetiefe bestimmt durch:

- a) die Konzentration und Art der Dosierung,
 - b) die Reaktionsweise des Patienten,
 - c) die angewandte Zeit
- (83).

Die Geschwindigkeit des An- und Abflutens hängt ab von der Blut- bzw. Lipoidlöslichkeit des Pharmakons. Je schlechter die Löslichkeit ist (z.B. alle Gasnarkotika), um so eher kann sich ein Gleichgewicht zwischen Atemluft und Blut einstellen, d.h. die maximale Sättigung ist schnell erreicht (45). So zeigt z.B. gerade Lachgas eine sehr schnelle Wirkung. Ebenso schnell ist es auch wieder aus dem Körper abgeatmet. Daneben besitzt es ein nahezu beliebig lang steuerbares Analgesiestadium, einen sehr schmalen Exzitationsbereich und nur sehr schwache narkotische Wirkung.

3.1.1. Die zentrale Analgesie

Analgesie heißt Aufhebung der Schmerzempfindung (56).

"Unter Zentralanalgesie im engeren Sinne verstehen wir die Ausschaltung der Schmerzempfindung unter Erhaltung des Bewußtseins und mehr oder weniger geringer Beeinträchtigung aller übrigen Funktionen durch physikalisch-chemische Maßnahmen, die am Zentralnervensystem angreifen" (73).

Im Gegensatz zur Anästhesie besteht aber keine völlige Unempfindlichkeit; Tast- und Druckgefühl sowie die Schmerzwahrnehmung bleiben erhalten (71). Nach Schön ist die Analgesie charakterisiert durch die Trennung von Bewußtsein und Schmerz (69).

Während der zentralen Analgesie wird der periphere Schmerzreiz zentral nicht mehr registriert, die Tiefenschmerzempfindung (Periost, Peritoneum, Parodontium) bleibt jedoch oft erhalten (71).

Zur Charakterisierung der Analgesie wird oft der am unteren Lidrand auftretende Feuchtigkeitsspiegel und die eventuelle

leichte Erweiterung der Pupillen mit einem eigenartig glasigen Blick zitiert (5, 17, 39, 19, 71). Oft schließen aber die Patienten ihre Augen schon nach kurzer Einleitungszeit, und eine Kontrolle ist dann nicht mehr möglich. Das Kriterium "erweiterte Pupille" wird auch durch die ständig wechselnde Operationsbeleuchtung recht unsicher (5).

Sicherstes Symptom der jeweiligen Bewußtseinslage scheint deshalb die Ansprechbarkeit und die jeweilige Reaktionsfähigkeit zu sein. Der Patient nimmt also während der zentralen Analgesie noch am Gespräch teil, kann es koordinieren, und wird deshalb auch der Aufforderung des Zahnarztes nach Mundöffnen, Ausspülen u.ä. nachkommen, wenn auch mit verzögerter Reaktion.

Die Reflexe (Schluckreflex, Hustenreflex) sind hier und auch noch über das Exzitationsstadium hinaus noch vollkommen erhalten, so daß keine Aspirationsgefahr besteht (5).

Die zentrale Analgesie läßt sich ihrerseits in 3 Stadien einteilen:

3.1.1.1. Planum Parästhetikum

Diese Stufe beginnt schon mit den ersten Atemzügen. Außer einer angenehmen Beruhigung bemerkt der Patient kaum eine Wirkung, ist völlig ansprechbar, und auch das Erinnerungsvermögen ist nicht beeinträchtigt. Der "Lachgasneuling" kann manchmal leichte Unruhe zeigen, was aber durch Zuspruch des Zahnarztes schnell behebbar ist. Auch leichtes Kribbeln und Wärmegefühl ist in diesem Stadium bereits möglich (5). Für chirurgische Eingriffe ist dieser Zustand wertlos, da erst gegen Ende eine leichte Schmerzdämpfung eintritt (71).

3.1.1.2. Planum Hypästhetikum

Hier zeigt sich bereits eine zunehmende Schmerzerleichterung. In den Extremitäten ist ein Wärmegefühl und Kribbeln zu verspüren, im Kopf ein leichtes Summen und Flimmern (5, 71, 83).

Eine Reaktion auf schmerzhaft Reize ist zwar vorhanden, postoperativ fehlt jedoch meist die Erinnerung daran. Das Bewußtsein ist schon etwas gedämpft.

3.1.1.3. Planum Analgetikum

Diese Stufe wird auch als totale Analgesie oder von amerikanischen Autoren als "Day-Dreaming" bezeichnet. Postoperativ besteht eine völlige retrograde Amnesie. Akkomodation und Farbempfindung sind beeinträchtigt, die Grenzen der Ansprechbarkeit sind erreicht. Die Grundstimmung ist euphorisch, mitunter auch depressiv, der Schmerz ist ausgeschaltet und kleinere chirurgische Eingriffe können gut durchgeführt werden (71, 83, 5).
(Vgl. dazu: Tabelle 2)

3.1.2. Das Exzitationsstadium

Wird die Dosierung nun weiter erhöht, so gleitet der Patient in das Stadium der Exzitation. Die Reflexerregbarkeit und Reizbarkeit ist hier erhöht, es herrscht eine gewisse motorische Unruhe bei stark herabgesetztem Bewußtsein (67). Der Patient ist nicht mehr ansprechbar, die Sinneseindrücke bleiben unkoordiniert und es kann zu enthemmten Reaktionen kommen. Die Grundstimmung ist dabei euphorisch, Lachanfälle treten dabei manchmal auf. Oft kommt es aber auch zu Depressionen und Angstträumen (83). Zu der Vielfalt der Erscheinungsformen gesellt sich in diesem Stadium auch eine erneute Steigerung der Schmerzempfindung (79, 40).

"Der Puls ist beschleunigt und der Blutdruck zeigt entsprechend den Atemschwankungen größere Amplituden. Die Sekretion von Speichel- und Bronchialschleim und Tränen ist erhöht" (39). Manchmal kommt es auch zum Erbrechen.

Keinesfalls darf während dieses Narkosestadiums ein zahnärztlicher Eingriff vorgenommen werden.

3.1.3. Toleranzstadium

Bei fortgesetzter Erhöhung der Lachgasdosis schwindet das Bewußtsein völlig, einher geht vollständiger Sensibilitätsverlust. Hier beginnt die eigentliche Narkose.

Das Stadium der Toleranz kann wiederum in vier Stufen unterteilt werden. Die erste Stufe ist gekennzeichnet durch eine gleichmäßige, ruhige und vertiefte Atmung. Schmerzempfindungen und Reflexe sind so weit vermindert, daß chirurgische Eingriffe reaktionslos toleriert werden (39, 54).

Während der zweiten Stufe wird die Atmung flacher und langsamer. Thorax und Zwerchfell zeigen bei der Inspiration gleiche Exkursionen.

In der dritten Stufe hebt sich infolge fortschreitender Lähmung der Muskulatur der Thorax erst, wenn das Zwerchfell seine Atemexkursionen vollzogen hat (paradoxe Atmung) (39).

Im vierten Stadium wird schließlich auch die Zwerchfellatmung unregelmäßig und schwächer, und es treten schon gewisse Zeichen der Asphyxie auf (39).

3.1.4. Stadium der Asphyxie

Infolge von Hypoxie und Anoxie tritt schließlich eine Lähmung des Atemzentrums ein. Das Herz schlägt noch eine kurze Zeit weiter, bis es ebenfalls wegen Sauerstoffmangels zum Stillstand kommt (27). "Der Blutdruck fällt, und der Puls ist klein und weich, bei steigender Frequenz. Die Pupillen sind weit offen, der Bulbus trocken und starr. Die Hautfarbe ist blaß-grau und zyanotisch" (39).

Bei Kenntnis dieser Grundlagen und Gefahren muß man als Zahnarzt sich immer wieder vor Augen halten: einzig und allein das Stadium der zentralen Analgesie kann in der zahnärztlichen Praxis Verwendung finden. Die Lachgaskurz-narkose muß aus Sicherheitsgründen generell abgelehnt werden.

3.2 Indikationen und Kontraindikationen

Wer mit Lachgas arbeiten will, muß sich zunächst die wichtige Frage nach den Möglichkeiten und Erfolgsaussichten seines Vorhabens und ebenso nach den Kontraindikationen stellen. Im Laufe der langjährigen Erfahrung hat sich für die Lachgasanalgesie ein relativ klar abgegrenztes Indikationsgebiet bewährt. Die Frage, welche Behandlungsmaßnahmen in der zentralen Analgesie durchgeführt werden können, ist für sich alleine jedoch nicht richtig. Vielmehr ist für den Erfolg der Analgesie nach Tracksdorf maßgebend: (79)

3.2.1. Die Fähigkeit des Analgesisten

Als Voraussetzungen, die der Zahnarzt mitbringen sollte, sind zu nennen:

- a) Erfahrungen und Kenntnisse in der Leitungs- und Lokalanästhesie sowie in der zentralen Analgesie und anderen Methoden der Schmerzausschaltung, um im vorliegenden Fall jeweils die richtige Entscheidung treffen zu können (77),
- b) exaktes Wissen über die Apparatur, Routine in deren Bedienung und Begeisterung für die Methode. Darüber hinaus sollte eine ruhige Hand und eine Vertrauen erweckende Arbeitsweise selbstverständlich sein (77),
- c) die Fähigkeit, Patienten als geeignet oder ungeeignet für eine Lachgasanalgesie einzustufen (35). Hierfür ist u.a. viel psychologisches Einfühlungsvermögen notwendig,
- d) Kenntnisse der Maßnahmen bei Zwischenfällen.

3.2.2. Die Eignung des Patienten (35)

Tracksdorf (77) unterscheidet:

I. nach konstitutionellen Typen zwischen

1. analgesieresistenten Patienten

- a) bei erhöhtem Grundumsatz (Pubertät, M. Basedow)
- b) bei Adipositas
- c) bei Gravität nach dem 3. Monat

2. analgesieempfindlichen Patienten

- a) Knaben sind eher zu analgesieren als Mädchen
- b) Frauen des asthenischen Typs
- c) anämische Personen
- d) Frauen während der Menstruation

II. nach äußeren Faktoren

Hitze, Kälte, Föhn, abnorme Trockenheit;
die Analgesie kann dadurch erheblich beeinflusst werden.

III. nach der psychischen Situation des Patienten
Nervosität, Psychopathien, Hysterien

IV. nach körperlichen Schäden

Überdies darf die Grundeinstellung unserer Patienten, d.h. Begeisterung oder Voreingenommenheit, zur N_2O -Analgesie nicht unterschätzt werden. Henegan (zitiert nach Tracksdorf, 77) hat hier folgende Klassifizierung getroffen:

- a) Patienten, die gutwillig das Narkosemittel einnehmen,
- b) Patienten, die dazu erzogen worden sind, es zu nehmen,
- c) Patienten, die sich weigern, es zu nehmen; sie haben eine tödliche Furcht vor der "Narkose".

Patienten, die sich hartnäckig gegen das Lachgas sträuben, sollten prinzipiell nie zu einer Analgesie gezwungen werden, sie sind von der Behandlung auszuschließen. Die Gründe, sich der Analgesie zu verweigern, sind sehr unterschiedlich. Meist sind es frühere negative Erlebnisse, z.B. eine erlebte Äthernarkose (17). Andere Patienten befürchten,

während der Behandlung sich falsch zu benehmen. Besonders weibliche Personen haben manchmal die Vorstellung, daß sie erotische Träume laut erzählt hätten. "In jedem Fall ist es sehr schwer, Patienten, die sich einmal gegen eine Lachgasbehandlung gewehrt haben, eines Besseren zu belehren" (17).

Eine gezielte psychologische Einflußnahme, aber auch eine geeignete Prämedikation können in solchen Fällen eine günstigere Ausgangslage schaffen.

Neben einer Verweigerung des Lachgases durch den Patienten gibt es auch objektive Gründe, eine N_2O -Behandlung abzulehnen:

- a) bei chirurgischen Eingriffen, die ein blutleeres Operationsfeld benötigen, wird man gewöhnlich einer Infiltrationsanästhesie mit einem vasokonstriktorischem Zusatz den Vorzug geben (79).
- b) Vorsicht ist bei Herz- und Gefäßkranken geboten, da nach Immenkamp das Lachgas eine leicht blutdrucksteigernde Wirkung hat (40, 39). Andererseits muß in solchen Fällen auch die hemmende Wirkung eines Lokalanästhetikums am Herz bedacht werden.
- c) Kranke mit gestörter Sauerstoffaufnahme oder -übertragung sind für die Lachgasbehandlung ungeeignet. Hierzu gehören Patienten mit TBC, Asthma, Emphysem und Anämiker (39, 40).
- d) Ebenso gilt dies bei raumbeengenden Prozessen im Bereich der Luftwege, z.B. bei Geschwülsten, Erkältungskrankheiten, Struma, Mundbodenphlegmone u.ä. (17, 39, 40).

- e) Ungeeignet sind auch Personen mit erhöhtem Grundumsatz, wie z.B. Hyperthyreotiker (64, 39, 40). Kinder unter 4 Jahren und Jünglinge gehören nach Leitzke zu dieser Gruppe, da auch sie infolge eines erhöhten Grundumsatzes einen erhöhten Sauerstoffbedarf haben (47).

Nach meiner eigenen Erfahrung kann man jedoch dieses Kriterium flexibel handhaben, es stellt keine absolute Kontraindikation dar.

- f) Habituelle Mundatmer müssen erst an die Nasenatmung gewöhnt werden, bevor sie analgesiegeeignet sind (47).
- g) Alkoholiker, starke Raucher, Rauschgiftsüchtige, Dickleibige und "vollblütige Athleten" gelangen mit Lachgas alleine nicht immer in das analgetische Stadium (17, 39, 40, 64).
- h) Es gibt sehr wenige Ausnahmefälle, die schon auf geringste N_2O -Mengen mit einer ausgesprochenen Exzitation reagieren und schwere Erregungszustände zeigen. Auf jede weitere Lachgaszufuhr muß dann verzichtet werden (39)

Während meiner eigenen Versuche an der Zahnklinik Mainz erlebte ich einen ähnlichen Fall:

Eine Helferin beklagte sich über ständiges Tropfen aus der Nase schon bei geringsten Mengen des eingeatmeten Gases. Selbst als das Mädchen an einem verschlossenen Zimmer vorbeiging, in dem wir unsere Analgesien durchführten, war diese Reaktion zu beobachten.

- i) Vorsicht ist auch geboten bei Kindern mit einer Thymushyperplasie oder beim sogenannten Status Lymphaticus (17, 48, 64).

Bevor im folgenden die einzelnen Indikationen geordnet aufgeführt werden, sei noch einmal darauf hingewiesen: während der zentralen Analgesie ist der Oberflächenschmerz beseitigt, die Tiefensensibilität ist erhalten oder nur getrübt. Die Indikationsstellung nach der Art der Behandlung muß sich deshalb an diesem Maßstab orientieren. Für die Extraktion eines festsitzenden, mehrwurzeligen Zahnes wird die zentrale Analgesie deshalb kaum genügen.

3.2.3. Art der durchführbaren Behandlungsmaßnahmen

1. Alle konservierenden Maßnahmen:

- a) Kavitätenpräparationen jeglicher Art; besonders die oft sehr sensiblen Zahnhälse können gut bearbeitet werden. Ein großer Vorteil besteht darin, daß man alle vier Quadranten im Mundbereich in einer einzigen Sitzung schmerzlos behandeln kann. Gegebenenfalls ist eine Vollsanierung an nur einem Behandlungstermin möglich.
- b) Eröffnung des Pulpencavums bei Wurzelbehandlungen oder bei artifizieller Trepanation. Leichte Schmerzreaktionen sind dabei jedoch möglich.
- c) Trepanation bei Gangrän
- d) Zahnsteinentfernung

2. Technisch vorbereitende Maßnahmen:

- a) Beschleifen von Zähnen für Kronen und Brücken
- b) Ringanproben, Kupferingabdrücke, Einlegen von Fäden in Zahnfleischtaschen, Kronen- und Brückenanproben, Festzementieren;
- c) einschleifende Maßnahmen zu prothetischen oder parodontalen Zwecken.

3. Chirurgische Maßnahmen:

(nach Schuchard, zitiert nach Hellmuth, 36)

- a) Extraktion einwurzeliger oder gelockerter mehrwurzeliger Zähne.
- b) Eröffnung subcutaner oder auch submucöser Abszesse. Die Injektion in ein entzündlich infiltrierte Gebiet kann damit vermieden werden.
- c) Kürettage von Alveolen und ostitischen Herden
- d) Abtragung von Zahnfleischwucherungen
- e) Knochentrepanationen im Sinne einer "Schröderschen Lüftung"
- f) Wechsel und Entfernung von Tampons und Verbänden
- g) Entfernung von Drahtligaturen bei Kieferbruchbehandlungen
- h) Taschentamponade bei Dentitio-Difficilis
- i) Reposition eines luxierten Kiefergelenks
- k) Injektionen aller Art

(5, 17, 34, 44, 67).

Hält man sich in etwa an diese Aufstellung, so wird man ohne Schwierigkeiten arbeiten können, zufriedenstellende Ergebnisse erzielen und dankbare Patienten haben. Größere Eingriffe würden die zentrale Analgesie überfordern und die Mißerfolge häufen.

4. Vorbereitende Maßnahmen

4.1 Psychologische Vorbereitung

Die Psyche des Patienten spielt bei der Schmerzerwartung bzw. Schmerzempfindung bekanntlich eine große Rolle. Die Reflexerregbarkeit wird durch Angst und Aufregung, Widerwillen gegen jede Art der Narkose oder gegen das Aufsetzen der Maske erheblich erhöht (68). O.E. Bumiller teilt diesbezüglich die Patienten in zwei Gruppen ein. Die erste und größte Gruppe hat einfach Angst vor dem Schmerz beim Zahnarzt. Ihre Behandlung ist an sich einfach; alleine die Schmerzlosigkeit einer ersten Lachgasbehandlung wird sie für die Zukunft zu angenehmen und unkomplizierten Patienten machen.

Wesentlich schwieriger haben wir es bei der zweiten Gruppe von Menschen. Diese Leute haben eigentlich weniger Furcht vor dem Schmerz, es ist vielmehr eine völlig undefinierbare Angst; wovor, das wissen die Patienten eigentlich selber nicht. Auch im Verlauf von mehreren Sitzungen tritt sie immer wieder mit derselben Intensität auf. Bumiller schreibt in solchen Fällen über ausgezeichnete Erfolge mit der vorhergehenden Verabreichung des Medikaments Reorganin, das auch in der Psychiatrie verwandt wird (12, 19).

Primär gehört zu den vorbereitenden Maßnahmen einer zentralen Analgesie aber zunächst eine beruhigende Aufklärung des Patienten über das beabsichtigte Vorhaben. Der Zahnarzt muß versuchen, in einem kurzen Gespräch das Vertrauen des Patienten zu gewinnen, d.h. die Bereitschaft zur Analgesie herzustellen. Dem erfahrenen Zahnarzt wird sich bereits hier das während der Behandlung zu erwartende Verhalten des Patienten zeigen. Der Patient soll wissen, daß er das Bewußtsein nicht verlieren wird, daß er in einen angenehmen

Zustand, ähnlich einem Alkoholrausch, versetzt wird. Er wird zwar alles hören und sehen, was um ihn geschieht, den Schmerz wird er als solchen jedoch nicht mehr empfinden. Kurze Zeit nach Beendigung der Behandlung wird er wieder in einem völlig normalen Zustand sein (5, 71). Die Bewußtseinseintrübung kann als harmlose und wünschenswerte "Beduselung" dargestellt werden, leichte Enthemmungserscheinungen sollen gar nicht erwähnt oder nachträglich nicht beachtet werden (83). Besonders ängstliche Patienten können zunächst ein paar Atemzüge nur "zur Probe" nehmen und die Nasenmaske selber halten (17).

Die Persönlichkeit des Zahnarztes spielt gerade in der zentralen Analgesie eine entscheidende Rolle. Gelingt es nicht, in einem skeptischen Patienten Vertrauen zu erwecken, so wird sich dieser "im Analgesiostadium willenlos ausgeliefert fühlen und nur noch den Wunsch haben, dieser widerlichen Zwangslage zu entfliehen" (83). Ein Zahnarzt, der hingegen die Lachgasbehandlung mit all ihren Vorteilen aus eigener Erfahrung kennt, wird seine Aussage mit Überzeugung vorbringen und so auch voreingenommene Menschen mit N_2O behandeln können. Der Patient soll letztendlich spüren, daß die Behandlung bei ihm notwendig ist, und daß der Zahnarzt willens ist, ihm so angenehm und schmerzlos wie möglich zu helfen (5, 83).

Die psychologische Vorbereitung beginnt nicht zuletzt oft schon außerhalb der Praxis durch Empfehlung von seiten anderer Patienten oder durch den guten Ruf des Zahnarztes. Hinzu kommt die Atmosphäre der Praxis selber mit angenehmen Räumen, bequemen Wartezimmern, freundlichen Helferinnen und geringen Wartezeiten (83). Eine gute zeitliche Arbeitseinteilung, wie sie in einer modernen Bestellpraxis möglich ist, erspart dem Patienten das nervenbelastende Warten und hilft dem Zahnarzt, Ausgeglichenheit und Ruhe auszustrahlen.

4.2 Prämedikation

Neben den psychologischen Bemühungen kann eine gezielte Vorbereitung zur Analgesie in einer geeigneten Prämedikation bestehen. Die pharmakologische Vorbehandlung hat im allgemeinen folgende Aufgaben:

- a) Sedation
 - b) Dämpfung des Reflexgeschehens, besonders des N.vagus
 - c) Sekretionshemmung
 - d) Herabsetzung der Schmerzschwelle
- (54)

In einer Arbeit aus neuerer Zeit weist H. Bauer-Ehnes (7) im Hinblick auf die Lachgasanalgesie grundsätzlich auf zwei Möglichkeiten hin:

- 4.2.1. Soll die Straßenverkehrssicherheit des Patienten erhalten bleiben, so sollte man sich auf eine Atropinprämedikation beschränken. Atropin setzt die Reflexerregbarkeit herab und schränkt die Sekretion von Schleim-, Speichel- und Schweißdrüsen ein, was gerade bei Kindern und sehr nervösen Menschen von großem Vorteil sein kann. Während Gross (ref. nach Bauer-Ehnes) die Prämedikation mit Atropin ablehnt, weil es angeblich die analgetische Wirkung des Lachgases herabsetze, halten Bauer-Ehnes, Adriani, Webb, Steiner, Moore u.a. (ref. nach Bauer-Ehnes) schon aus forensischen Gründen die Anwendung von Anticholinergika vor jeder N₂O-Analgesie für unerläßlich, zumindest solange, bis eindeutige Klarheit in dieser Frage besteht. Bei folgenden Krankheitsbildern ist die Atropingabe jedoch kontraindiziert: Glaukom, Tachyarrhythmie, Koronarsklerose, Hyperthyreose, Schock, Temperatur.
- Bei reiner Atropinprämedikation fühlen sich die Patienten schon wenige Minuten nach der Analgesie wieder frisch und normal.

4.2.2. Oft erhebt sich jedoch gerade bei ängstlichen Patienten die Forderung nach zusätzlichen, anxiolytischen, sedierenden und analgesierenden Medikamenten.

a) Benzodiazepine (minor tranquillizer)

Valium[®], Librium[®]

Diese Pharmaka finden in letzter Zeit zunehmend Eingang in die zahnärztliche Praxis. Sie sind relativ ungefährlich, wirken anxiolytisch und sedierend, jedoch nicht analgesierend oder sekretionshemmend (45, 7).

b) Phenothiazine (major tranquillizer)

Atosil[®]

Sie bewirken eine tiefe Beruhigung, Apathie oder Schlaf, jedoch keine Narkose. Gleichzeitig werden sie als Antiemetika und Antihistaminika benutzt (45, 7).

c) Barbiturate

Sie wirken sedierend, hypnotisch und narkotisch, jedoch nicht analgetisch. Gelegentlich rufen sie allergische Reaktionen und postoperative Exzitation hervor. In hoher Dosis zeigt sich eine Depression des Atemzentrums (45, 7)

d) Opiate mit ihren Derivaten und die synthetischen

Analgetika

Morphium, Dolantin[®] u.a.

Opiate haben eine sedierende, stark analgetische und in höheren Dosen narkotische Wirkung. Nachteilig sind jedoch vor allem die Dämpfung des Atemzentrums, Erbrechen, Bradycardie und die suchtbildende Komponente (45, 7).

Bei allen unter 4.2.2. angeführten Medikamenten ist die volle Verkehrstüchtigkeit und Leistungsfähigkeit erst nach mehreren Stunden wiederhergestellt. Die Patienten müssen angehalten werden, am selben Tag nicht mehr Auto zu fahren.

Aufgrund ihrer Nebenwirkungen sind die Pharmaka b), c), d) für die zahnärztliche ambulante Praxis weniger geeignet (71). Viele Autoren (Brown, Dundee, Bauer-Ehnes u.a., 7) empfehlen heute eine Kombination aus Diazepam und Atropin, sowohl für die Lokal- und Allgemeinanästhesie, als auch für die Lachgasanalgesie. Prämedikation sollte etwa 30 bis 40 Minuten vor der Behandlung erfolgen. Anhaltspunkte für die Dosierung lassen sich aus Tabelle 3 ersehen.

Die Münchener Medizinische Wochenschrift befürwortet in ähnlicher Weise auf eine Anfrage von Prof. Frey hin bei Kleinkindern für ambulante Eingriffe eine Prämedikation mit Phenothiazinen und einem Vagolyticum (Atropin, Scopolamin). Bei Scopolamin ist eine Dosierung von 0,001 mg/kg Körpergewicht, bei Atropin 0,01 - 0,05 mg/kg Körpergewicht angemessen (21).

Bei Potatoren läßt sich die erwünschte Wirkung mit einer vorherigen Einnahme von Alkohol selbst steigern. (48)

Über die Frage der Prämedikation als Vorbereitung zu einer Lachgasanalgesie gibt es jedoch in Fachkreisen auch sehr gegensätzliche Ansichten.

B. Amian hält die medikamentöse Vorbehandlung sogar für kontraindiziert, weil es nach seiner Auffassung zur Verschiebung der für die Analgesie allgemeingültigen Ausgangsposition kommen kann, und somit exzitationsähnliche Zwischenfälle begünstigt würden (5). Gurney und Vonow halten die Prämedikation in der zahnärztlichen Praxis nur selten für notwendig, da eine Exzitation während der Analgesie sowie so nicht erreicht werden soll, und die lange Wirkungsdauer der meisten Medikamente für die ambulante Praxis ungeeignet

scheint. Vonow, M. Hillel, Feldmann und Eggers-Lura stellen in diesem Punkt der Pharmakologie menschliches Verstehen und Einfühlungsvermögen voran (83, 33).

4.3 Technische Vorbereitungen

Um die reibungslose Durchführung einer Analgesie zu gewährleisten, müssen auch in technischer Hinsicht einige Vorbereitungen getroffen werden. So sollte man vor jeder Benutzung des Gerätes den Füllungszustand der Gasflaschen überprüfen. Eine leerwerdende Sauerstoff- oder Lachgasflasche führt zu unnötigem Zeitaufwand beim Flaschenwechsel, unterbricht die Analgesie und gefährdet die Fortsetzung der Behandlung.

Weiterhin sollte die Geräuschkulisse im Sprechzimmer auf ein vernünftiges Mindestmaß reduziert werden; jedes Erschrecken des Patienten kann den gleichmäßigen Ablauf der Analgesie stören. Gegebenenfalls müssen wir also die Fenster schließen, Telefon und Glocke leiser stellen (10, 36). Das Gespräch mit dem Patienten wird ruhig und im Tonfall monoton geführt. Anhaltend gleichmäßige Geräusche scheinen jedoch für den Ablauf der Analgesie bei weitem nicht so maßgeblich zu sein wie oft beschrieben.

Manche Autoren empfehlen auch das Festschnallen der Patienten mit einem Bauchgurt, um Exzitationserscheinungen vorzubeugen (57).

Bei meinen Versuchen hat sich ein solches Vorgehen in keinem Fall als notwendig erwiesen. Unmittelbar vor Beginn der Analgesie kann die Blase nochmal entleert werden; vor allem bei Kindern lassen sich dadurch unangenehme Zwischenfälle vermeiden (10).

Fremdkörper (Prothesen) sind vor Behandlungsbeginn immer aus der Mundhöhle zu entfernen (57).

Der Patient wird nun in eine möglichst bequeme und zweckmäßige Stellung gebracht, große Lageänderungen während der Analgesie sollen nicht mehr vorgenommen werden. Der Zahnarzt muß sich also schon vorher im klaren darüber sein, in welcher Position er die Behandlung ergonomisch und kräftesparend durchführen kann.

5. Praktische Durchführung

5.1 Patient-Control- / Operator-Control-Methode

- 5.1.1. Schon seit 1910 ist aus den USA die Selbststeuerung der Analgesie mittels eines Handgummiballs durch den Patienten als sog. Sicherheitsmethode bekannt. Immer wieder erfuhr dieses Vorgehen auch in Europa eine vorübergehende Belebung. In der Schweiz gab es sogar von 1935 - 45 eine Vorschrift, nach der nur Patient-Control-Apparate benutzt werden durften (83, 84). Heute hat aber dieses Verfahren nur noch eine untergeordnete Bedeutung und besitzt historischen Charakter.

Die Sicherheit beruhte darauf, daß bei Erreichen eines zu tiefen Narkosestadiums die Muskeltätigkeit nicht mehr willensmäßig gesteuert werden konnte, eine koordinierte Ballsteuerung durch den Patienten also nicht mehr möglich war. Der Gasstrom war deshalb unterbrochen, und das Stadium der Analgesie konnte angeblich so nicht überschritten werden (27). Ein weiterer Vorteil dieser Methode lag nach Tracksdorf in einem psychologischen Effekt. Der Patient hatte das Gefühl, nicht tatenlos zusehen zu müssen, sondern sich selber in der Hand zu haben und die Schmerzempfindung selber etwas steuern zu können (79, 87).

Schon 1939 schrieb James F. Henegan zum Thema Patient-Control-System: "Die Methode führte schon damals (1910) zum Mißerfolg und wird sich auch heute nicht bewähren, weil der Praktiker glaubt, diese "einfache" Analgesiemethode ohne gründliches Studium anwenden zu können."

Prof. Harry M. Seldin nannte die Selbststeuerung die populärste aber unwissenschaftlichste Methode, während Dr. Gwathmy von einem unmöglichen Kompromißgebilde spricht, das dem Patienten die Verantwortung über die Dosierung überläßt (84).

Auch in Deutschland wurde versuchsweise die Patientensteuerung in verschiedenen Varianten angewandt. So konstruierte F. Schön 1953 eigens einen abnehmbaren Maskenhalter zur Selbstanalgesierung, der das Festschnallen der Masken am Kopf überflüssig machte (69). Nach Einführung von verbesserten Gerätetypen bekennt sich Schön aber bald zu den Vorteilen der Operator-Control-Methode, und bezeichnet sie als nahezu ideal bei richtig geeichten Analgesieapparaten und bei einem durchschnittlichen Mischungsverhältnis von 50 % Sauerstoff und 50 % Lachgas (65). Die Diskussion um die jeweils gebotene Sicherheit führte in Fachkreisen schon hinsichtlich der Definition des Begriffes Patientensteuerung zu Meinungsverschiedenheiten. Die Lachgasliteratur der damaligen Zeit war z.T. gekennzeichnet durch gegenseitige Unterstellungen, Anschuldigungen und Polemisierungen hinsichtlich des jeweils propagierten Analgesieverfahrens (75, 85). Schließlich aber haben die negativen Erfahrungen mit dem Patient-Control-System bald eine ganze Reihe von Nachteilen aufgezeigt und fanden in der Literatur ihren Ausdruck. (27, 19, 35, 65, 71, 83, 84, 85)

- a) Viele Patienten waren unfähig, die Pumpbewegungen rhythmisch auszuführen bzw. ermüdeten physisch zu schnell.
- b) Die Patienten pendelten zu sehr zwischen flacher und tiefer Analgesie hin und her. Die Folge war eine unausgeglichene Analgesie, z.T. sogar verbunden mit Exzitationserscheinungen und Rückkehr der Schmerzen.
- c) Die Aufrechterhaltung der Analgesie war deshalb häufig erschwert oder über längere Zeit unmöglich.

- d) Aus forensischen Gründen muß die Methode abgelehnt werden. Die Eigenverantwortlichkeit des Zahnarztes ist unbedingt zu fordern, da der durch ein Medikament beeinflusste Patient weder die nötige Urteilkraft besitzt noch das Recht hat, die Zufuhr des Narkotikums selber zu bestimmen.

"Historisch gesehen hat die Methode der Selbststeuerung zu ihrer Zeit sicher ihre Berechtigung gehabt, denn damals arbeitete man fast ausschließlich mit Geräten, die sehr hohe Lachgaskonzentrationen zuführten.

Bei dem heutigen Stand der Kenntnisse der zentralen Analgesie und der Weiterentwicklung der Apparate könnte die Selbstanalgesiemethode lediglich als eine Ergänzung in psychisch besonders gelagerten Fällen benutzt werden." (27)

Aus England existiert allerdings eine Veröffentlichung von C.J. Wright aus dem Jahre 1972, nach der eine Form des Gasgemisches, nämlich das sog. "Pre-mixed nitrous-oxygen" (Entonox, BOC), eine bevorzugte Form der Selbstverabreichung des Gases für den Patienten darstelle. Dieses Entonox war ursprünglich auf den Einsatz bei Unglücks- und Notfällen (z.B. Myocardinfarkten) beschränkt, wird inzwischen aber als Analgesieform für die ambulante Behandlung und auch während der Geburt vom "secretary of state for social services" empfohlen. Ein spezielles Entonox-Verabreichungs-Set ist jedoch hierfür notwendig. Die Diskussion über dieses Thema scheint anzuhalten (3, 46, 89).

- 5.1.2. Die Alternative zu dem bisher diskutierten Verfahren ist das "Ein-Mann-System", die Operator-Control-Methode. Wie Schwarz berichtet, war es bei seinen Versuchen nicht sinnvoll, in Anlehnung an die Allgemeinnarkose auch für die Analgesie eine Trennung zwischen Operateur und Analgesist vorzunehmen. Der Kontakt kann durch eine Person leichter aufrechterhalten werden. Da der Patient sein Bewußtsein nicht verliert, ist

er dankbar, wenn er sich ganz auf einen Behandler einstellen kann, in den er sein ganzes Vertrauen setzt. Die zusätzliche Belastung des Zahnarztes ist durch die einfache Bedienung der modernen Einknopfgeräte gering (71), fordert aber insgesamt doch etwas mehr Konzentration, als die Behandlung unter Lokalanästhesie. Die Dosierung und Applikation des Narkotikums wird also alleine vom Operateur vorgenommen - nur er beurteilt die jeweilige Situation und trägt die Verantwortung. Wichtigste Voraussetzung hierfür sind ein gutes psychologisches Einführungsvermögen, exakte Kenntnisse der Analgesie und Routine auf dem Gebiet der Zahnheilkunde.

5.2 Psychologisch-suggestive Führung während der Analgesie

Während eine psychologische Vorbereitung der Lachgasanalgesie immer von Vorteil ist, gehen die Meinungen über die suggestiv-psychologische Führung während der Analgesie auseinander. Vonow vertritt die Ansicht, daß eine suggestive Beeinflussung während der Behandlung für die meisten Praktiker eine wesentliche zusätzliche Belastung bedeute. Viele Patienten schätzten es auch, während der Behandlung in Ruhe gelassen zu werden und sich voll der angenehmen Entspannung hinzugeben. Ausnahmen stellen für ihn nur die "kleinen" und "großen" Kinder dar, die überängstlich sind und nicht ohne weiteres die richtige Einstellung zur Analgesie mitbringen (83). Auch Schwarz teilt diese Meinung und beschränkt sich während der Behandlung auf die nötigen Anweisungen zum Mundöffnen o.ä. Er vermeidet überhaupt alles, was den Patienten ablenken könnte (71)

Besonders einige amerikanische Autoren wie Seldin und Langa empfehlen hingegen die suggestive Führung auch während der Analgesie (83), da gerade in diesem Stadium die meisten

Patienten in einem Zustand äußerster Empfänglichkeit für Suggestion und Hypnose sind. Auch B. Amian gehört zu den Befürwortern; er unterscheidet allerdings zwischen der Führung des "Lachgasneulings" und der des "erfahrenen" N_2O -Patienten (5).

5.2.1. Der "Lachgasneuling"

Der Patient wird zunächst durch die subjektiven Symptome des Lachgases etwas beunruhigt, da er die Analgesie zum ersten Mal erlebt. Er wird daher dankbar und sicherer sein, wenn wir ihm seine Gefühle schon im voraus ankündigen und als völlig normal bestätigen. Nach dem Aufsetzen der Maske wird er ruhig und sachlich immer wieder in gewissen Abständen dazu aufgefordert, gleichmäßig durch die Nase zu atmen. Schließlich werden wir ihn darauf vorbereiten, daß er nun ein gewisses Kribbeln und Wärmegefühl verspüren wird, und daß er jetzt gleich das Gefühl haben werde wie nach ein paar Gläsern Wein. Dabei beobachten wir den Atembeutel: werden die Bewegungen zu flach, so fordern wir ihn erneut zur Atmung auf. Da uns nur die alleinige Atmung durch die Nase den gewünschten Effekt so bringen kann, wie wir ihn erwarten, werden wir den Versuch des Patienten zu sprechen, gegebenenfalls mit dem Hinweis unterbinden, daß das Lachgas dann nicht richtig zur Wirkung kommen könne.

Nach einer gewissen Einleitungszeit ertesten wir die Bewußtseinslage noch einmal, z.B. mit der folgenden Frage: "Der Zustand ist Ihnen doch sicher nicht unangenehm?" Da viele Patienten, besonders Erwachsene, während der Analgesie die Augen geschlossen halten, kann man ihre Ansprechbarkeit an der verneinenden Kopfbewegung kontrollieren und so ein Abgleiten in die Exzitation verhindern. Auch der ruhigen Aufforderung: "Öffnen Sie jetzt bitte den Mund" wird der Patient jetzt ohne Widerspruch folgen (5).

Bei meinen Versuchen hat sich in schwierigen Fällen eine Art "Geheimsprache" zwischen dem Patient und einer dritten Person, z.B. einer Helferin, bewährt: während diese Person die Hand des Patienten hält, wird jener aufgefordert, die Hand zu drücken, wenn irgend etwas weh tue oder unangenehm sei. Gegebenenfalls konnten wir dann etwas höher dosieren und der Patient hatte das Gefühl der Selbstkontrolle. Auch wenn sich gewisse Schmerzempfindungen durch Stirnrunzeln anzeigten, verzichteten die Leute meist darauf, die Hand zu drücken, in dem Gefühl: Der Schmerz ist ja noch erträglich und kann jederzeit durch mich selbst abgestellt werden. Obwohl dieses Verfahren natürlich nicht in jedem Fall praktikierbar ist, empfiehlt es sich doch in manchen Situationen.

Während der ganzen Behandlungszeit genügt es nun, ab und zu die notwendigen Anordnungen ruhig zu erteilen, wie z.B. "bitte den Mund öffnen, schlucken, durch die Nase atmen". Der Zahnarzt soll sich jedoch davor hüten, während der Analgesie irgendwelche unpassenden Äußerungen zu machen, in der Meinung, der Patient würde in seinem Zustand nichts registrieren. Das Gehör wird im Stadium der Analgesie nicht beeinträchtigt, Geräusche werden eher noch verstärkt aufgenommen. Manche Autoren sprechen sogar von einer "hyperästhesia acustica" (10, 58).

Während der Behandlung sollte der Zahnarzt niemals nach Schmerzempfindungen fragen (87), auch dann nicht, wenn der Patient gelegentlich Mißempfindungen zum Ausdruck bringt. Er reagiert schneller und bewußter auf Schmerz, wenn man ihn darauf anspricht. Andererseits sorgt die partielle retrograde Amnesie dafür, daß nach der Behandlung keine unangenehmen Empfindungen in Erinnerung bleiben. Wenn es also nicht zu ausgesprochenen Abwehrmaßnahmen kommt, sollte man sich von mißmutigen Reaktionen nicht zu sehr beeindrucken lassen (36). Auch unmittelbar im Anschluß an die

Analgesie ist es besser, mit Fragen nach dem Befinden oder nach durchgestandenen Schmerzen zurückhaltend zu sein. Nach kurzer Zeit verlieren sich diese Eindrücke recht schnell von selber (87).

Nach Beendigung der Behandlung erklären wir dem Patienten, daß er nun reinen Sauerstoff atmen wird, damit er schnell wieder frisch sei. Wir werden ihm anschließend bestätigen, daß er sich ganz ruhig und tadellos verhalten habe.

5.2.2. Der "Lachgaserfahrene"

Viel problemloser können wir hingegen bei Leuten vorgehen, die schon einmal mit Lachgas analgisiert wurden. Die Patienten kennen die Wirkung dieses Narkotikums und empfinden sie nicht als beunruhigend, andererseits kennen wir die Reaktion solcher Menschen auf das Lachgas.

Nachdem wir die Nasenmaske dem Patienten aufgesetzt haben, genügt von Zeit zu Zeit die Aufforderung zur Nasenatmung oder Mundöffnung. Die Arbeit mit solchen "Stammkunden" ist für beide Seiten natürlich eine große Erleichterung. Der Zahnarzt kann sich nach einer kurzen Einleitungszeit voll auf seine Aufgabe konzentrieren. In den meisten Fällen wird er sich hinsichtlich der Lachgasdosierung auf seine Erfahrungswerte am jeweiligen Patienten verlassen können, mit ungewöhnlichen Reaktionen braucht nicht gerechnet zu werden. Durch zusätzlich beruhigende Worte würden sich die Patienten in ihrer gelösten Stimmung nur gestört fühlen; sie sind überflüssig. (5)

5.3 Spezielle Aspekte der Kinderbehandlung

Die psychologische und technische Betreuung von Kindern während einer Lachgasanalgesie stellt uns oft vor andere Aufgaben, als die Behandlung Erwachsener. Häufig sehen wir heute schon im frühen Kindesalter erschreckend desolate Gebißverhältnisse mit tief zerstörten Milchzähnen oder extraktionswürdigen Milchmolaren. Um spätere kieferorthopädische Probleme wenigstens einigermaßen in den Griff zu bekommen, sind auch schon im Milchgebiß oft recht schmerzhaft konservierende Behandlungsmaßnahmen absolut notwendig (41). Gerade aber bei Kindern ist das Trauma eines sehr schmerzhaften zahnärztlichen Eingriffs bestimmend für ihr Verhalten beim Zahnarzt in ihrem ganzen späteren Leben (81).

"Der mit Erinnerungskomplexen belastete Patient ist erfahrungsgemäß viel schwieriger zu behandeln, als der unbeeinflusste, noch nicht abgeschreckte, der uns sein volles, uneingeschränktes Vertrauen schenkt" (66). Für die Schmerzausschaltung ist deshalb die Lachgasanalgesie gerade in der Kinderzahnheilkunde besonders geeignet.

Da fast alle Kinder vor einer Injektion schon beim Anblick der Nadel zurückschrecken, bietet uns hier die Lachgasmethode eine sehr große Erleichterung. Selbst relativ schmerzhaft eingriffe bereiten uns mit Hilfe der Kombinationsanalgesie kaum Probleme (1, 41). Schon in Konzentrationen von 10 - 35 % Lachgas bietet uns die Verbindung mit einem Lokalanästhetikum hervorragende Behandlungsbedingungen, nämlich Schmerzfreiheit und Sedation (3).

Kinder sind im allgemeinen unkomplizierter und beeinflusbarer als Erwachsene. Wenn sie erst einmal mit dem Lachgas vertraut sind, sind sie deshalb meistens sehr dankbare und erfreuliche Besucher unserer Praxis; ohne Widerstand lassen sie sich auch ein zweites Mal wieder behandeln, z.T. freuen sie sich sogar darauf.

Anders verhält es sich leider meist bei Erstanwendung von N_2O . Der Zahnarzt muß sich intensiver mit dem Kind beschäftigen. Er wird z.B. mit freundlichen Worten zunächst den Spieltrieb des Kindes wecken, die Gumminase mit dem Schnorchel einer Tauchermaske oder einem Elefantenrüssel vergleichen und dem kleinen Patienten die weiche Gummimaske erst einmal als Spielzeug in die Hand geben. Oft läßt er sich diese dann ohne weitere Schwierigkeiten aufsetzen. Schon nach einigen Atemzügen löst sich die psychische und körperliche Verkrampfung und weicht einer leicht euphorischen Stimmung; die Behandlung kann beginnen.

Noch wesentlich mehr als Erwachsene lassen sich Kinder während der Analgesie suggestibel beeinflussen. Schon einige Denkanstöße genügen, um ganze Phantasiegebäude aufzubauen. Wie intensiv diese Anregungen der kindlichen Vorstellung z.T. aufgegriffen und verarbeitet werden, zeigen nach Beendigung der Behandlung oft die begeisterten Berichte von Erlebnissen beim Tauchen oder von Elefanten. An etwaige Schmerzen besteht infolge der partiellen retrograden Amnesie später kaum mehr eine Erinnerung (41).

Entsprechend ihrer Behandlungsfähigkeit lassen sich Kinder nach folgenden Gesichtspunkten einteilen:

1. Kinder, bei denen eine Behandlung wirklich Freude macht, sind nach Schön im allgemeinen gut erzogen, brav und gewohnt zu folgen; sie bringen ein unbedingtes Vertrauen in den Zahnarzt mit (66).
2. Zwei Gruppen von Kindern können jedoch - physisch und psychisch bedingt - Schwierigkeiten bei der Lachgasanalgesie machen

- a) da die auxilläre Atemmuskulatur noch nicht wirksam arbeitet, atmen manche Kinder sehr flach und schnell, das Atemvolumen ist sehr klein. Sie brauchen also länger, um in das Stadium der Analgesie zu gelangen. Man kann solche Patienten auffordern, zunächst kräftig in die Gummimaske zu pusten. Dabei sind sie natürlich auch gezwungen, tief einzuatmen, was ja eigentlich unsere Absicht ist. Ist die Analgesie dann erst einmal erreicht, so genügt es, die Gumminase ganz normal aufzusetzen; das Analgesiostadium bleibt dann aufrechterhalten.
- b) Ausgesprochen schlecht zu behandeln sind nach Vonow nervöse, schlecht erzogene, verwöhnte, kranke und debile Kinder (83). Sie müssen mit Gewalt zum Zahnarzt "geschleppt" werden, weinen, machen den Mund nicht auf und sind für freundliche Worte nicht zugänglich. Eine zwangsweise Anwendung der Lachgasanalgesie gegen den anhaltenden Widerstand des Kindes wird kaum erfolgreich sein. Schön schreibt zu diesem Thema: "Keine Milchzahnbehandlung ist so wichtig, als daß man ein Kind durch einen erzwungenen Eingriff damit für viele Jahre seelisch belasten dürfte" (66).

In jedem Fall muß hier zuerst versucht werden, beruhigend auf den Patienten einzureden. Wir können ihm z.B. eine völlig schmerzlose erste Behandlung versprechen, in der wir nur kleine und kurze Arbeiten durchführen. Mit Hilfe der Kombinationsanalgesie z.B. werden auch größere Eingriffe schon in der ersten Sitzung möglich sein (47). Weiterhin kann man sich auch folgenden Trick zu eigen machen: da das Lachgas schwerer ist als Luft, braucht man die Gumminase nicht gleich aufzusetzen, sondern man kann das Gas von der Stirn her herunterfließen lassen, bis eine gewisse sedierende Wirkung eingetreten

ist (17). Oft gelingt es so in überzeugender Weise, nach einer ersten gelungenen Analgesie aus völlig behandlungsunfähigen Kindern begeisterte Patienten zu machen, denen in ihrem späteren Leben sicher sehr viel Angst und noch mehr Schaden an ihren Zähnen erspart bleibt (5).

Ist ein Kind absolut nicht zur Vernunft zu bringen, so ist eine Kurznaarkose in der Klinik durch Fachleute einer Gewaltanalgesierung in der zahnärztlichen Praxis immer vorzuziehen. Zuvor kann aber auch noch mit einer geeigneten Prämedikation versucht werden, das Kind für eine Behandlung zugänglich zu machen. Leitzke empfiehlt hierzu Präparate mit einer geringen Dosis von Barbituraten und einem Zusatz von Atropin (Bella Donna) (47). Gewisse Barbituratüberempfindlichkeiten können nach Pfeiffer durch die Antihistaminikawirkung von Vomex A gebremst werden.

Darüber hinaus lassen sich durch Mischanalgetika wie Treupel oder Gelonida die über den Bereich der Analgesie hinausgehenden Schmerzspitzen kupieren. Es empfiehlt sich dabei die rektale Zufuhr als Suppositorium, etwa 45 Minuten vor Beginn der Behandlung. Die Dosierung hängt vom Körpergewicht ab.

Nach zweijähriger Erfahrung an der Universitätszahnklinik Heidelberg konnte H. Pfeiffer in Zusammenarbeit mit Prof. Frey nach vorausgegangener Prämedikation bei Kindern Mißerfolge kaum mehr feststellen (53).

Der Unterschied in der praktischen Durchführung der Lachgasanalgesie zwischen Kindern und Erwachsenen ist nicht sehr groß. Die Aussteuerung bzw. Dosierung ist bei Kindern allgemein etwas leichter, da sie infolge ihrer unbelasteten kindlichen Psyche weniger exzitabel sind. So vertragen

sie relativ hohe Lachgasdosen besser, die Einleitung erfolgt etwas rascher, und sie zeigen auch stimmungsmäßig nicht jene großen Unterschiede zwischen Euphorie und Depression wie Erwachsene (83).

B. Amian schreibt nach 18-jähriger Erfahrung an über 50.000 Patienten in seiner 1971 erschienenen Broschüre: "Wer einmal über einige Zeit Kinder mit Lachgas behandelt hat, der kann sich einfach nicht mehr vorstellen, sie je noch einmal ohne Lachgas behandeln zu müssen" (5).

5.4 Dosierung

- 5.4.1. Unter Dosierung versteht man die Menge einer Arznei oder eines anderen Heilmittels, die dem Kranken zu verabreichen ist (38). Für unseren speziellen Fall verstehen wir unter Dosierung die Bestimmung der Konzentration und Verabreichung eines Gasgemisches, bestehend aus reinem Sauerstoff und Lachgas. Bei manchen Continuous-Flow-Geräten (z.B. Dräger "Marius") muß auch noch ein Luftanteil in die Rechnung einbezogen werden.
- 5.4.2. Die Dosierung des Lachgases wurde in der Vergangenheit auf widersprüchlichste Art durchgeführt und sehr gegensätzlich in der Literatur beschrieben (5, 51). So schreibt Myron Policow (55) noch 1953 im Dental Digest von zwei grundsätzlich verschiedenen Methoden:
Einmal begann er die Analgesie mit einer sehr hohen Lachgasdosis (bis über 80 %) und reduzierte dann schrittweise die Gaszufuhr. Damals mußte dieses Vorgehen wohl das Mittel der Wahl sein, denn die Apparate waren nur für Kurznarkosen konstruiert worden; eine Aussteuerung oder ein längeres Halten der Analgesie war unmöglich.

Bei der anderen Methode begann er mit einer sehr hohen Sauerstoffanfangsdosis (zwischen 80 und 90 %) mit anschließender individueller Lachgaserhöhung oder -erniedrigung. Die Angaben über die N_2O -Konzentration schwankten also von einem Extrem ins andere, in manchen Fällen sank sie angeblich bis auf nur 3 % (17, 83)

Mc.Quiston, Cullon und Cook (ref. nach Schmuziger) berichteten schon in der damaligen Zeit, daß eine Einleitung der Analgesie mit reinem Lachgas eine Hirnschädigung mit sich bringen könnte; in dieser Zeit hat es nämlich auch Autoren gegeben, die ihre Analgesie auf diese Weise begannen (64, 18). Zu ihnen gehörte zum Beispiel Mc.Kesson, der seinerzeit eine Absättigung mit 100 % Lachgas vorschlug, um so schneller in das dritte Stadium zu gelangen (30). Auch Seldin und Langa machten unterschiedlichste Dosierungsangaben und Differenzen zwischen 10 und 70 %; die starken Abweichungen wurden mit der vielfältigen individuellen Reaktionslage der Patienten begründet.

Die eigentlichen Ursachen für solche Unklarheiten sollten jedoch eher unter folgenden Aspekten gesehen werden:

- a) Viele Veröffentlichungen über Lachgas^o beschrieben hauptsächlich die Kurznarkose oder differenzierten in Dosierungstabellen nicht zwischen Analgesie und Narkose. Die Analgesie mit ihren 3 Stadien wurde in Deutschland lange Zeit sehr zweitrangig behandelt, war wissenschaftlich noch nicht so genau erforscht, und die Anschauungen über die zu erreichende Narkosetiefe gingen deshalb weit auseinander (64).

- b) Die Dosierungsvorrichtungen vieler Geräte arbeiteten früher sehr ungenau. Nüchel untersuchte 1964 fünf lungen-automatische (Intermittent-Flow) Lachgasgeräte anhand der Gasinterferometrie daraufhin, ob die im tatsächlichen Einatmungsgemisch vorhandenen Gaskonzentrationen auch den am Apparat eingestellten Sauerstoff- und Lachgaskonzentrationen entsprächen. Er kam zu dem überraschenden Ergebnis: bei dem Atemvolumen eines Patienten von z.B. 7,5 l/min. sollten 50 % O_2 und 50 % N_2O zugeführt werden. Bei dem englischen Gerät "Portanest" waren dazu eine Sauerstoffeinstellung von 25 %, bei dem Mc.Kesson "Euthesor" etwa 90 % nötig; nur bei den Dräger-Geräten "K₂" und "H" stimmten die O_2 -Einstellungen von 50 % mit dem abgegebenen Gasgemisch überein (51).
- Im Jahre 1954 erschien eine weitere Arbeit Nückels, in der er die beiden damals in Deutschland gebräuchlichsten Apparate, Mc.Kesson-Gerät "Easor" und das Dräger-Gerät "Marius" daraufhin untersuchte, ob bei ihrer Anwendung unter allen Umständen die Sauerstoffversorgung des Patienten gesichert sei. Nur für das Dräger-Gerät konnte diese Sicherheit bestätigt werden, der Mc.Kesson-Apparat hatte diesbezüglich bedenkliche Mängel (50).
- c) Oft wurde wegen mangelnder Kenntnisse nach vorgegebenen Tabellen und Schemen der Herstellerfirmen dosiert. Im Hinblick auf a) und b) war dies einerseits gar nicht exakt möglich (65), andererseits muß bei der Lachgasanalogie bis zu einem gewissen Grade auch der individuellen Reaktionslage der Patienten ein gewisser Spielraum gegeben werden. Ein starres Behandlungsschema kann unseren Ansprüchen nicht genügen (17).

5.4.3. Grundlagen der Dosierung

Die Konzentration des Lachgases im Einatmungsgemisch ist verantwortlich für den Grad der Analgesierung des Patienten. Durch Erhöhung oder Erniedrigung des N_2O -Anteils im Einatmungsgemisch steuern wir also die Analgesie je nach Bedarf. Dabei stehen die Faktoren Dosis und Zeit in einer gesetzmäßigen Beziehung zu einer ganz bestimmten Lachgaswirkung (5).

5.4.3.1. Im Jahre 1951 veröffentlichte der Schwede P. Allan Persson als Erster experimentelle, wissenschaftlich fundierte Ergebnisse über die Wirkung des Lachgases während der Analgesie. Er untersuchte den Einfluß des Narkotikums auf die Schmerzempfindlichkeit insbesondere bei Sauerstoffmangel und Sauerstoffüberschuß. Weiterhin galt sein Interesse den Gaskonzentrationen (N_2O , O_2) im venösen und arteriellen Blut unter verschiedenen Versuchsbedingungen. Seine Ergebnisse zeigen uns: (52)

- a) Die Schmerzschwelle erhöht sich proportional zur angewandten Lachgasdosis, ab einer bestimmten Konzentration bis zur völligen Aufhebung der Schmerzempfindlichkeit.
- b) Die Schmerzschwelle erhöht sich proportional zur angewandten Zeit. Dabei ist bei kleineren Lachgasdosen (20 - 30 %) die maximale Wirkung schon nach zwei bis drei Minuten erreicht. Bei noch größeren Dosen steigt die Kurve schneller und auch länger an, bis schließlich der Bewußtseinsverlust eintritt.

- c) N_2O besitzt die gleiche Hypoxiewirkung wie reiner Stickstoff. Die Anästhesiewirkung ist beim Lachgas aber doppelt so groß wie bei N_2 . Nach Persson ist die anästhetische Wirkung des N_2O z.T. auf die Hypoxämie und zum anderen Teil auf die spezielle anästhetische Potenz des Lachgases zurückzuführen.

Das Lachgas kann im Körper keinen Sauerstoff abgeben. Daher ist die O_2 -Versorgung erst sicher gewährleistet, wenn dem Einatmungsgemisch mindestens 20 % Sauerstoff beigefügt werden. Dies entspricht auch dem O_2 -Anteil in reiner Luft. N. Trieger und Mitarbeiter fordern für die absolute Vermeidung von Exzitation und Bewußtseinsverlust sogar eine Sauerstoffmindestkonzentration von 25 % (80). Nach Möglichkeit arbeiten wir jedoch mit O_2 -Mengen nicht unter 50 %; höhere Dosierungen sind nur in wenigen Ausnahmefällen nötig und nur bei kurzen, sehr schmerzhaften Eingriffen zu empfehlen. Die Konzentration von 50 % N_2O reicht bei richtiger Indikation in fast allen Fällen für eine erfolgreiche Analgesie aus.

- d) In höheren Dosen (70 % und mehr) wirkt der Sauerstoff der analgetischen Komponente des Lachgases etwas entgegen. Dieses Argument spricht an sich für die Anwendung von N_2O - O_2 -Luftgeräten (58). Da wir jedoch bei einem exakt arbeitenden Apparat sowieso nur selten eine ausreichende Analgesie erreichen können, wird unser Hauptarbeitsbereich bei einer Lachgaskonzentration von etwa 40 - 60 % bzw. bei einer Sauerstoffkonzentration von 60 - 40 % liegen. So kommt jenem Nachteil der Intermittent-Flow-Geräte - nämlich aufgrund der prozentualen Dosierung zweier Gaskomponenten, die sich gegenseitig ergänzen, manchmal eine Übersättigung mit Sauerstoff zu erhalten - eigentlich keine große Bedeutung zu.

5.4.3.2. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt P. Vonow bei seinen Untersuchungen in der konservierenden Abteilung des Zahnärztlichen Instituts der Universität Zürich (83).

Er stellt die analgetische Wirkung von $N_2O - O_2$ - Luftgemischen innerhalb des Analgesiestadiums durch Schmerz-Reizschwellenbestimmung fest.

- a) Punkt a) von P. Allan Persson wurde bestätigt.
- b) "Die Einleitungszeit, die notwendig ist, um eine bestimmte Schmerzschwellenerhöhung zu erhalten, ist umgekehrt proportional der Lachgasdosis, d.h.: je höher die Dosis, umso kürzer die Einleitungszeit".
- c) "Die Beendigungszeit, d.h. die Zeit vom Abstellen der Lachgaszufuhr bis zum Erreichen der Initialreizschwelle beträgt 4 - 8 Minuten; sie scheint neben individuellen Faktoren von der Dosierung und der Anwendungsdauer abhängig zu sein".

Für die praktische Durchführung bedeutet dies: schon nach relativ kurzer Zeit (bei 50 % N_2O 4 Minuten, bei 80 % N_2O maximal 10 Minuten) ist die volle Sättigung mit Lachgas und damit auch die größte Wirkung erreicht. Eine ungewollte Vertiefung der Analgesie ist dann nicht mehr zu erwarten. Jede Veränderung der Gemischkonzentration bedarf also einer gewissen Anpassungszeit, das jeweilige Stadium kann dann aber fast beliebig lang aufrechterhalten werden. Auch für eine Korrektur des Gasgemisches ergibt sich somit die Konsequenz:

- Änderungen in größeren Schritten (10 % und mehr) haben eine schnelle Vertiefung oder Verflachung zur Folge, dafür aber auch die wachsende Gefahr unerwarteter Reaktionen des Patienten.
- Änderungen in kleinen Schritten ($\pm$ 5 %) haben einen langsamen Wirkungseintritt, dafür bleibt der Patient aber gut kontrollierbar. Die neue Analgesiesituation stellt sich aber auch hier schon nach 10 - 20 Sekunden

ein. Die Korrektur in kleinen Schritten ist für den Patienten also schonender und für den Zahnarzt risikoloser. Nach Möglichkeit sollte deshalb entsprechend verfahren werden (5).

5.4.3.3. Physiologisch und gerätetechnisch bedingt haben sich in der Praxis zwei verschiedene Methoden der Lachgasdosierung entwickelt.

a) Quantitative Dosierung

Bei den reinen Dauerfließern werden Lachgas und Sauerstoff getrennt und mengenmäßig in Minutenlitern dosiert. Abgelesen wird an einem Flowmeter. Durch ein Loch kann dazu noch je nach Atemvolumen ein Anteil Luft kommen. Das Atemvolumen des Patienten spielt hier für die Tiefe der Analgesie keine Rolle. Die angebotene Menge an Lachgas bleibt stets dieselbe. Bei einem großen Atemvolumen ändert sich also nur die 3. Gaskomponente, der Luftanteil, der hier als Füllmittel dient. Man braucht den Patienten deshalb nicht dauernd zum tiefen Durchatmen aufzufordern. Vonow berichtet im Vergleich zur prozentualen Dosierung hier über ausgeglichene Analgesien und geringere individuelle Unterschiede von Patient zu Patient. Diesen Vorgang führt er auf die Abhängigkeit der Analgesietiefe nicht nur von der prozentualen Zusammensetzung des Gasgemisches, sondern auch vom jeweiligen Atemminutenvolumen zurück. Die genaue Konzentration des Einatmungsgemisches bleibt bei dieser Dosierungsart jedoch unbekannt (71, 78, 83)

b) prozentuale Dosierung

Die lungenautomatischen Geräte liefern dem Patienten ein sehr genau einstellbares Gemisch aus Lachgas und Sauerstoff, ablesbar an der Skala des Einhandbedienungsknopfes (meist in O₂-Prozenten). Der Apparat verabreicht jeweils dem Atemvolumen entsprechend eine größere oder kleinere Menge des Gasgemisches. Flachatmer, z.B. Kinder, müssen deshalb von Zeit zu Zeit aufgefordert werden, tief durchzuatmen, da sonst eine geringere Menge des Narkotikums bei ihnen auch eine geringere Wirkung erzeugt (34). Moderne Geräte lassen sich aber in solchen Fällen durch einen einfachen Handgriff in einen Dauerflieger umgestalten (14).

Diese Methode erlaubt eine sehr genaue Dosierung und ist auch in Schritten von 5 % oder kleiner noch äußerst exakt.

5.4.4. Einleitungszeit

Übereinstimmend sind heute alle Autoren der Ansicht, daß ein Patient nicht sofort mit hohen Lachgasdosen in die Analgesie gezwungen werden darf. Ein solches Vorgehen ist veraltet und entspricht nicht mehr dem Stand der heutigen Kenntnisse und den Möglichkeiten unserer modernen Geräte.

Vielmehr praktiziert man heute eine Einleitung mit niedrigeren Lachgaskonzentrationen. Schritt für Schritt wird man den Patienten durch jeweilige Dosiserhöhung in die Analgesie führen.

Die Zeit, die wir für unsere Einleitung benötigen, müssen wir sehr individuell und flexibel bemessen. Bei einer allzu langsamen Einleitung, wie es bei der sog. "Einschleichtechnik" oft vorkommt, empfinden viele Patienten den relativ langen Kampf gegen die Bewußtseinsdämpfung als unangenehm.

Leute, die schon wiederholt Erfahrungen mit der Analgesie gemacht haben, die sich auf das Lachgas schon richtig eingestellt haben, und die durch die Wirkung des Gases nicht mehr erschreckt werden, gehören zu dieser Gruppe. Eine aufmerksame Beobachtung während dieser ersten Phase ist jedoch auch bei solchen Leuten unbedingt erforderlich. Eine forc-ierte Einleitung hingegen löst an sich keine unangenehmen Empfindungen aus, kann aber die Analgesie doch ungünstig beeinflussen (71).

Bei etwas ängstlichen und aufgeregten Patienten, auch bei einer Erstanwendung, sollte man sich deshalb mindestens drei bis vier Minuten Zeit nehmen, in der man das Gemisch langsam auf etwa 50 % N_2O oder mehr erhöht. Für Kinder ist eine etwas kürzere Einleitungszeit ausreichend. Sie sind weniger exzitabel und vertragen größere Lachgasdosen. B. Amian hält eine Zeit von 1 1/2 Minuten bei einer Anfangsdosis von 60 % N_2O für genügend (5).

Sicherlich ist es aber vorteilhafter, die Analgesie erst ins Gleichgewicht kommen zu lassen, also die volle Sättigung des Blutes mit Lachgas abzuwarten. Ein zu früher Behandlungsbeginn wird den Zahnarzt oft zu Korrekturen in der Dosierung zwingen, da in den ersten Minuten immer noch mit einer Vertiefung der Analgesie gerechnet werden muß. Eine Einleitungszeit von etwa 3 Minuten sollten wir deshalb nach Schwarz in jedem Fall beibehalten (71).

Im allgemeinen begannen wir bei Erwachsenen mit einer Anfangsdosis von 30 - 40 % Lachgas. In 5 %-Schritten erhöhten wir die Konzentration auf 50 %; nach etwa 3 Minuten war die gewünschte Analgesiestufe meist schon erreicht und auch schon stabil. Die Behandlung konnte dann ohne weitere Verzögerung beginnen.

Fuchs, Amian und auch die Dräger-Werke empfehlen generell eine Einleitung mit 50 % Lachgas (5, 14, 27). Tracksdorf beginnt bei Kindern und Erwachsenen sogar mit nur 20 % des Gases (79).

Manche Autoren heben gerade für die Einleitungszeit den Vorteil einer am Gerät angebrachten Uhr hervor, da das Zeitgefühl des Zahnarztes während der Behandlung sehr subjektiv und großen Schwankungen unterworfen sei (27, 71).

Jeder, der mit Lachgas arbeitet, wird letztendlich sein eigenes Konzept zur Einleitung entwickeln und sich aus seiner eigenen Erfahrung ein Bild machen. Wichtig dabei ist, daß er die allgemeinen Grundregeln zur Sicherheit des Patienten berücksichtigt und die in Tabellen vorgefaßten Dosierungsanweisungen nicht als absoluten Maßstab für jeden Fall betrachtet. Der Zahnarzt muß fähig sein, auch einmal abnorme Reaktionen schnell zu erkennen und konsequent die Analgesie dann sofort abubrechen. "Es gibt also auch hier den Leitsatz, daß eine gewisse Richtlinie da sein muß, daß aber eine Schematisierung in der Medizin nicht möglich ist." (27)

5.4.5. Aufrechterhaltung der Analgesie

Nach abgelaufener Einleitungszeit folgt nun die Phase, in der das jeweils angestrebte Stadium der Analgesie über die ganze Behandlungszeit hinweg konstant gehalten werden soll.

Entsprechend seinem niedrigen Löslichkeitskoeffizienten ist beim Lachgas der Gleichgewichtszustand schnell erreicht. Während der Zeit des Anflutens wird das Lachgas über die Lungenalveolen ins Blut und von hier ins Gewebe übertreten. Dort, wo der geringste Partialdruck herrscht, wird das Narkotikum absorbiert, bis das Gleichgewicht eingetreten ist. So besteht die Kunst der Aufrechterhaltung des jeweils gewünschten Stadiums darin, den Partialdruck im Blut immer auf der richtigen Höhe zu halten, was mit den exakt arbeitenden Geräten heute eigentlich keine Schwierigkeit mehr ist (45, 64). Natürlich sind auch jetzt Korrekturen in der Dosierung möglich und in gewissen Situationen notwendig. Die Anpassungszeit bis zum Erreichen der neuen, stabilen Situation muß aber jedesmal wieder berücksichtigt werden.

Welches Analgesiestadium wir nun jeweils erreichen wollen, richtet sich nach der Verfassung des Patienten und nach dem beabsichtigten Eingriff:

a) Konstitution des Patienten

Bei schmerzunempfindlichen Menschen mit einer relativ hohen Reizschwelle kann man bereits im Stadium der mittleren Analgesie, dem planum hypästhetikum, die meisten Behandlungen schmerzlos durchführen. Bei hypersensiblen Patienten hingegen, mit niedrigem Reizschwellenwert, ist eher das 3. Stadium, das planum analgetikum, anzustreben (27). Für die erste Gruppe kommen wir deshalb über die ganze Behandlungsdauer im allgemeinen mit einer Dosierung von 40- 50% N_2O aus. Im zweiten Fall müssen wir eher versuchen, das Gasgemisch konstant bei ungefähr 60 - 70 % N_2O einzustellen. Letzter und

ausschlaggebender Anhaltspunkt für die Dosierung wird jedoch stets das Bewußtsein und die Ansprechbarkeit des Patienten sein.

b) Art des Eingriffs

Bei Eingriffen von geringer bis mittlerer Schmerzhaftigkeit kann man sich in etwa an die Dosierungsangaben unter a) halten. Hierzu gehören z.B. die Präparation von Kavitäten, das Beschleifen von Brückenpfeilern oder unangenehme Abdrucknahmen. Leichte Schmerzreaktionen brauchen wir hier nicht zu berücksichtigen, stärkere Reaktionen können meist schon mit geringen Dosishöhungen von 5 %-Schritten unterbunden werden.

Für sehr schmerzhaft Maßnahmen wie Extraktionen, Incisionen und Trepanationen sollte man vorübergehend das tiefe Stadium der Analgesie anstreben. Dem Patient wird für kurze Zeit (maximal 2 Minuten) 70 - 80 % Lachgas zugeführt. Der Eingriff muß dann schnell und zügig vonstatten gehen. Um Exzitation, Übelkeit oder Erbrechen zu vermeiden, werden wir gegebenenfalls schon vor dem eigentlichen Eingriff wieder etwas zurückdosieren, die erreichte Lachgassättigung wird dann immer noch eine gewisse Zeit vorhalten (83). Oft wird es uns aber auch in der tiefen Analgesie nicht gelingen, alle Schmerzspitzen zu erreichen. Klock empfiehlt in diesen Situationen eine Ausdehnung der hohen Dosierung etwa 20 Sekunden über den Eingriff hinaus, so daß nach dem Absetzen des Narkotikums die durchgemachten Schmerzen infolge der retrograden Amnesie völlig aus dem Bewußtsein verschwinden (71).

Nach G.D. Allen kommt es bei der Verabreichung von einer Lachgaskonzentration von über 65 % schon zu einer totalen retrograden Amnesie (3).

Ein brauchbares Orientierungsmerkmal zur Aussteuerung der Analgesie ist die Schmerzreaktion. Wenn der Patient bei Behandlungsbeginn ganz offensichtlich noch Schmerz verspürt, so ist die Analgesie noch nicht ausreichend, er befindet sich noch in einer relativ frühen Phase. B. Amian nennt diesen Punkt den "unteren Interventionspunkt" bei der Steuerung. Amian arbeitet sich besonders bei Lachgasneulingen von diesem Punkt aus schrittweise nach oben in eine tiefere Analgesie, immer unter Kontrolle des Bewußtseins und der Ansprechbarkeit. Ist bei Behandlungsbeginn schon völlige Schmerzlosigkeit eingetreten, so liegt dieser Punkt schon unterhalb der vorhandenen Analgesiesituation. Sobald sich aber eine deutliche Verminderung der Ansprechbarkeit zeigt, ist der "obere Interventionspunkt" erreicht, und es wird höchste Zeit, die Konzentration zu verringern. Auch die Zurückdosierung erfolgt am besten in 5 %-Schritten, um hier ein zu starkes Abflachen der Analgesie zu vermeiden (5).

Manchmal kann es auch vorkommen, daß man bei fortgesetzter N_2O -Erhöhung das Analgesiestadium schon fast durchschritten hat und sich schon der Exzitation nähert, trotzdem aber eine Schmerzausschaltung nicht gelungen ist. Der Patient zeigt in jedem Stadium der Analgesie starkes Unbehagen und Abwehrreaktionen. Eine zusätzliche Injektion im Sinne einer Kombinationsanalgesie ist hier das Mittel der Wahl. Den Einstich der Nadel bemerkt der Patient in seinem Zustand kaum.

Im allgemeinen bereitet es mit modernen Geräten nur noch wenig Schwierigkeiten, jedes Stadium der Analgesie beliebig lang aufrechtzuerhalten.

Gelegentliche Übelkeit und Erbrechen waren bei meinen Versuchen fast immer auf zu große und zu schnelle Sprünge in der Dosierung zurückzuführen, oder es war nötig gewesen, 70 % oder mehr Lachgas über längere Zeit zu verabreichen.

"Der Anfänger wird immer leicht dazu neigen, das tiefste Stadium der zentralen Analgesie anzusteuern, während umgekehrt der geübte Arzt sich bemüht, die für den Eingriff erforderliche unterste Grenze der Analgesie einzustellen und zu halten (27).

5.4.6. Beendigung der Analgesie

Die Möglichkeiten zur Beendigung einer Analgesie werden sehr unterschiedlich dargestellt. Auch in dieser Phase dürften eigene Erfahrung und individuelles Konzept des Arztes der richtige Weg zum Erfolg sein.

Nach G. Reus und Flaschentreher kann das Lachgas sofort nach Beendigung des Eingriffs abgestellt werden (19, 58), der kontinuierliche Übergang zum Normalzustand sei durch die Rückatmung gegeben (58) (die aber nur bei bestimmten Geräten vorhanden ist).

Die Dräger-Werke in Lübeck vertreten die Meinung, daß die Maske nach dem Ende des schmerzhaften Eingriffs entfernt werden dürfe, und der Sauerstoffgehalt der Luft innerhalb von 30 - 40 Sekunden für eine vollständige Erholung ausreiche (17). Je nach Dauer und Tiefe der Analgesie empfehlen andere Autoren (Schwarz) wiederum, die Maske noch

für 1 - 2 Minuten unter unveränderter oder nur gering erhöhter Sauerstoffdosierung liegen zu lassen und lediglich die Lachgaszufuhr abzustellen (71, 83). Nach Tracksdorf ist es von Nachteil, den Patienten mit reinem Sauerstoff aus der Analgesie aufzuschrecken, "weil er dann oft mit dem Gefühl des Unbehagens aufwache" (79). Auch in der Lachgasfibel wird diesbezüglich die Meinung vertreten, daß die Analgesie dadurch zunächst noch vertieft werden könnte und der Patient infolge einer provozierten Hyperventilation leicht anfangen würde zu würgen und zu brechen (17). Raidl reduziert die Dosis des Narkotikums bei längeren Eingriffen bereits wenn das Ende der Operation abzusehen ist. "Bei einer leichten Analgesie jedoch besteht die Gefahr, daß dann sehr schnell der Schmerz empfunden wird" (57). Die partielle retrograde Amnesie kann dann nicht voll zur Geltung kommen.

Bei den von mir durchgeführten Lachgasbehandlungen hat sich im allgemeinen folgendes Vorgehen bei der Beendigung bewährt:

Nach der Durchführung des Eingriffs ließen wir uns etwa 1 - 2 Minuten Zeit, um das N_2O schrittweise wieder auf 0 % zurückzudosieren. Die Patienten empfinden es sicher angenehmer, aus der euphorischen Stimmung nicht so plötzlich herausgerissen zu werden. Ein sofortiges Absetzen des Narkotikums entspricht einer zu schnellen Einleitung. Nach etwa 1 bis 2 Minuten reiner Sauerstoffatmung setzten wir schließlich die Nasenmaske ab.

Bestätigt wird dieses Vorgehen durch die Theorie der sog. Diffusionshypoxie. Besonders bei hohen Lachgaskonzentrationen und sehr ausgedehnten Analgesien kann es nämlich vorkommen, daß ein Patient, der über die ganze Behandlungsdauer das

Gemisch bei Bewußtsein und Ansprechbarkeit toleriert hatte, bei plötzlichem Absetzen der Nasenmaske vorübergehend bewußtlos und manchmal sehr unruhig wird. Ursache ist der in der Lunge plötzlich sehr hoch werdende Partialdruck des Lachgases, das vom Blut in die Alveolen zurückflutet. Ihm gegenüber steht lediglich ein relativ geringer Sauerstoffanteil aus den atmosphärischen Druckverhältnissen, dessen Partialdruckgefälle gegenüber dem venösen Blut relativ gering ist. Der O_2 -Anteil wird praktisch für kurze Zeit völlig aus den Alveolen verdrängt. Eine Hypoxie mit kurzer Bewußtlosigkeit kann je nach Konstitution des Patienten die Folge sein. Obwohl dieses Phänomen an sich ungefährlich ist, können sich die Symptome sehr beängstigend zeigen und mit unruhigen Kopfbewegungen und Stöhnen einhergehen. Auch der Patient mißt diesem kleinen Zwischenfall vielleicht eine größere Bedeutung bei und zweifelt an seinem Vertrauen in den Zahnarzt. Man sollte deshalb besonders nach langanhaltenden und tiefen Analgesien schon aus prophylaktischen Gründen grundsätzlich nach der Beendigung des Eingriffs für eine kurze Zeit reinen Sauerstoff verabreichen. Diese eben beschriebene Diffusionshypoxie läßt sich durch eine 2-3minütige Sauerstoffdusche in jedem Fall vermeiden (5, 74, 25).

Die Beendigungsphase soll der Patient unter Aufsicht des behandelnden Arztes verbringen. Erst wenn wieder völlig normale Reaktionen aufgetreten sind, wird man mit einem kleinen Gespräch beginnen. Die Frage der postoperativen Überwachung wird im Abschnitt "forensische Aspekte" diskutiert.

6. Mißerfolge - Zwischenfälle

- 6.1 Da es für die Schmerzausschaltung bei ambulanten Patienten bekanntlich keine Methode gibt, die allen Ansprüchen voll gerecht werden kann, werden wir auch in der zentralen Analgesie mit Mißerfolgen immer zu rechnen haben. Allgemeine Komplikationen können grundsätzlich bei allen Eingriffen und allen Methoden der Schmerzausschaltung auftreten.

Schwierigkeiten, die nun während einer Lachgasanalgesie auftreten, sind fast nie lachgasspezifisch, sie sind bei jeder Art zentraler oder lokaler Schmerzausschaltung möglich (17). Es kann deshalb nicht die Aufgabe einer sinnvollen Kritik sein, Einzelfälle herauszugreifen und sie exemplarisch als Gefahr der Lachgasanalgesie schlechthin darzustellen. Um zu einem objektiven Bild zu kommen, ist es vielmehr notwendig, umfassend alle Möglichkeiten zur Schmerzausschaltung gegeneinander abzuwägen.

In unserem Fall muß die ambulante Praxis und eine streng gestellte Indikation der Maßstab sein, der für jeden Patienten die Schmerzausschaltung mit dem geringsten Risiko bestimmt. Allein diese Einstellung vermittelt uns den richtigen Einblick für die Beurteilung von Zwischenfällen während einer Analgesie.

Bei oberflächlicher Betrachtung werden viele Praktiker ungerechterweise die Ursache eines Mißerfolges stets bei der Apparatur oder bei dem Analgetikum selber suchen. E. Heinrich schreibt zu diesem Problem: "Nicht die Apparatur und ihr Preis, sondern die Beherrschung der Methodik ist maßgeblich." (35)

Auch Tracksdorf kommt bei seinem Versuch zur Ursachenklärung von Komplikationen letztendlich immer wieder zu der Überzeugung: "Jeder Mißerfolg in der zahnärztlichen Analgesie hat bei Beachtung der üblichen Indikationen und Kontraindikationen eigentlich immer nur eine Fehlerquelle, die stets beim Zahnarzt zu suchen ist." Die zentrale Analgesie mit Lachgas stelle für die ambulante zahnärztliche Praxis keine Methode der Wahl, sondern vielmehr eine Methode der Auswahl dar, die aber bei Beachtung umfassender Faktoren Hervorragendes leisten könne (77).

6.2. Ungewöhnliche Analgesieverläufe

Die unterschiedliche Wirkung gleicher Dosen desselben Narkotikums auf verschiedene Patienten ist bekannt. Während die überwiegende Zahl von Menschen auf Lachgas mit mehr oder weniger kleinen Differenzen gleich reagiert, gibt es eine relativ kleine Gruppe von Leuten, die eine abnorme, konstitutionell bedingte Überempfindlichkeit gegenüber dem N_2O besitzen. Sie können mit schweren Erregungszuständen und ausgesprochener Exzitation reagieren (39). Selbst bei der geringen Zahl meiner Versuche konnte ich einen ähnlichen Fall beobachten (vgl. S. 38, h).

Auch bei Alkoholikern, Rauschgiftsüchtigen und adipösen Menschen müssen wir mit einem ungewöhnlichen Verlauf der Analgesie rechnen. Der Trinker "genießt mit Wonne das Angebotene, macht eine halbe Flasche Lachgas leer und ist am Ende so frisch und munter wie zuvor". Die Wirkung bleibt letztendlich aus und eine Injektion wird trotzdem nötig sein (17). Andererseits kann der Alkoholiker aber auch so reagieren, wie er es bei starkem Alkoholgenuß tut; ein exzitationsähnliches Verhalten ist in diesen Fällen keine Seltenheit (77).

Als seltene Ausnahmen gibt es auch Patienten, die schon während der Einleitung ein abnormes Verhalten zeigen. Sobald sie die Wirkung des Lachgases verspüren, reagieren diese Leute unruhig und erregt, und geben an, das Narkotikum nicht auszuhalten. Nur durch das - oft auch eigenmächtige - Absetzen der Nasenmaske sind sie zu beruhigen. Nach B. Amian findet man dieses Verhalten fast nie bei Kindern, es ist selten bei Erwachsenen, bei Frauen jedoch eindeutig häufiger als bei Männern. Da objektive Gründe im Sinne einer echten Unverträglichkeit hier nicht vorliegen, handelt es sich offensichtlich um rein psychogen bedingte Faktoren (5, 83).

Bei übernervösen und ängstlichen Menschen stehen wir vor ähnlichen Problemen. Josenhans und Mitarbeiter (ref. nach Schön) konnten durch Messungen von Aktionsströmen im Oberschenkel zeigen, welchen großen Einfluß die psychische Ausgangslage auf die Höhe der Reizschwelle hat, bzw. wie stark Schmerzaufnahme, Schmerzbewertung und Schmerzbeantwortung dadurch beeinflußt werden können (68, 76, 77). Jede innere Anspannung und Erregung führt zur Katecholamin-ausschüttung und damit auch zu einer Provokation ungewöhnlicher Verhaltensweisen.

Eine weitere interessante Variante beschreibt Vonow (dem Bericht eines Kollegen entnommen) in seinem Buch: "Die Lachgasanalgesie in der zahnärztlichen Praxis". Er berichtet von einer jungen Patientin, die sich durch das wonnige Gefühl des Lachgases in eine Art Selbsthypnose brachte; der Weckvorgang habe sich außerordentlich mühsam gestaltet und längere Zeit gedauert (83). Der Übergang in normalen Schlaf gegen Ende einer Analgesie trotz niedriger N_2O -Dosen scheint auch keine allzu große Seltenheit zu sein. Die Patienten sind zwar jederzeit erweckbar, sprechen aber anscheinend sehr stark auf die sedative Wirkung des Lachgases an (83)

So unterschiedlich das N_2O im Einzelfall auch wirken mag, so wenig sollte sich der unerfahrene Praktiker davon abhalten lassen, damit zu arbeiten. Abnorme Reaktionen kommen äußerst selten vor, sicherlich sind sie weniger häufig als bei jeder Injektion und auch in den meisten Fällen harmloser. Durch einfaches Abstellen der Lachgaszufuhr haben wir eine unklare Situation in kurzer Zeit wieder im Griff.

6.3 Zwischenfälle

Als Zwischenfälle werden im folgenden u.a. auch Situationen aufgeführt, die nicht unmittelbar Folge der Lachgasapplikation sind, während einer Analgesie aber grundsätzlich auftreten können.

6.3.1. Der reflektorische Atemstillstand

Manchmal erleben wir einen kurzen, vorübergehenden Atemstillstand, unmittelbar nach der Einleitung der Analgesie. Er kommt zustande durch übergroße Sauerstoffzufuhr, z.B. bei Hyperventilation infolge psychischer Reizung, d.h. durch Abatmen der Kohlensäure. Die Pupillen können dabei eng oder erweitert sein, sie reagieren auf Licht. Der Puls ist kräftig, und der Patient macht auch noch Schluckbewegungen. Dieser Zustand ist kein echter Zwischenfall, und er ist eigentlich völlig harmlos. Nach Absetzen der Maske setzt die Atmung von selber wieder ein, wenn der Kohlendioxidspiegel im Blut genügend gestiegen ist (17, 27, 57, 79, 83).

6.3.2. Hypoxien

Hypoxiezustände manifestieren sich zunächst in einer gesteigerten Atemfrequenz und -tiefe, eventuell in der Zyanose der Haut und bei weiterem Fortschreiten in einer stark erweiterten Pupille; es tritt Atemlähmung ein (64, 83). Als häufigste Ursachen kommen in Frage:

6.3.2.1. Eine Verlegung der Atemwege durch:

- a) Durch Zurückfallen der Zunge senkt sich der Zungengrund an die hintere Rachenwand und sperrt die Luftzufuhr partiell oder total. Schnarchende Atmung bzw. Atemstillstand bei erhaltenen Thoraxexkursionen sind die Folge. Durch Überstrecken des Kopfes und gegebenenfalls durch Herausziehen der Zunge kann hier geholfen werden (17, 57).
- b) Bei Rückfall der Epiglottis durch Muskeler schlaffung ist ventilartig die Ausatmung zwar möglich, jedoch nicht die Einatmung. Durch weites Herausziehen der Zunge kann die plica epiglottica angespannt und die Epiglottis nach oben gezogen werden (57).

Punkt a) und b) können an sich nur bei starkem Überschreiten des analgetischen Stadiums eintreten, da es zu einer Erschlaffung der Muskulatur in dieser Phase noch nicht kommt.

c) Larynx- und Glottisödem

Sie können durch unvorsichtige Manipulation in diesem Gebiet entstehen und dürften deshalb in der zahnärztlichen Praxis nicht vorkommen. Bei Erstickungsgefahr ist hier die Tracheotomie indiziert (57).

d) Laryngospasmus

Es handelt sich hier um einen reflektorischen Krampf der Muskulatur von Kehlkopf oder Kehldeckel, der in sehr seltenen Fällen bei Berührung des Larynx mit einem Fremdkörper ausgelöst werden kann. Es kommt hierbei zu krampfartigen Atembewegungen, manchmal ist ein inspiratorischer Stridor zu hören. Bei einem solchen Zwischenfall muß der Zahnarzt zunächst eine 100 %-ige Sauerstoffbeatmung unter Druck versuchen. Liegt die Ursache in einem lokalen Reiz, so hilft eine Novokaininfiltration in den verantwortlichen Abschnitt des Kehlkopfes. Ist eine lokale Ursache jedoch nicht zu erkennen, so muß eine Vagusreizung als Grund angenommen werden. 0,6 - 0,8 mg Atropin i.v. kann hier Abhilfe schaffen. In Extremsituationen muß der Zahnarzt als letztes Mittel eine Notkoniotomie durchführen (17, 57).

- e) Obwohl der Hustenreflex im analgetischen Stadium voll erhalten ist, ist auch einmal eine Aspiration von Blut, Speichel, Mageninhalt, Zahnfragmenten o.ä. möglich. Die Analgesie muß sofort abgebrochen werden. Der Arzt wird zunächst versuchen, den Fremdkörper am Zungengrund noch zu fassen. Gelingt ihm dies nicht, so ist die sofortige Einweisung in eine Klinik erforderlich.

Auch schon beim Verdacht der Fremdkörperaspiration ist eine fachärztliche Untersuchung dringend anzuraten (27, 57, 88).

Schmuziger (ref. nach Wolf) berichtet z.B. über einen Fall von Lungengangrän nach unbemerkter Aspiration einer Zahnwurzel (88).

Eine Rachentamponade, wie sie manche Autoren deshalb fordern (79), ist für eine Analgesie jedoch unnötig, nach Vonow in diesem Stadium sogar fehlerhaft. Das Lachgas hat mit der Aspiration an sich nichts zu tun (42, 86).

6.3.2.2. Zentrale Atemstörung

Sie ist bei sachgemäßer Durchführung einer Lachgasanalgesie nicht zu befürchten und tritt an sich nur im 3. Narkosestadium auf. Trotzdem wäre eine Depression des Atemzentrums z.B. durch übermäßige Barbituratprämedikation oder andere Medikamente denkbar. (83). Einzige sinnvolle Therapie ist in solchen Fällen die künstliche Beatmung, Magenspülungen und eine forcierte osmotische Diurese mit Mannit in einer Klinik (45).

6.3.2.3. Auf eine ungenügende Sauerstoffversorgung infolge von Unkenntnis oder gerätetechnischer Mängel wurde hingewiesen. Zwischenfälle dieser Art müssen heute als Kunstfehler betrachtet werden.

6.3.2.4. Ein Schock oder Kreislaufkollaps durch psychischen Stress kann besonders bei herz- oder kreislaufgeschwächten Menschen den Sauerstofftransport mangelhaft gestalten. Das zur Verfügung stehende Kreislaufminutenvolumen reicht nicht mehr für eine dem Bedarf angepaßte Versorgung aller Gewebsbezirke des Organismus aus (30). Da das Bewußtsein des Patienten durch die Analgesie leicht getrübt ist, kann die Diagnose "Kreislaufkollaps" schwerfallen. Kalter Schweiß, blasse oder blaue Färbung des Gesichts können Hinweise geben (57). Die übliche Schocktherapie besteht zunächst in der Flachlagerung, Sauerstoffbeatmung, eventuell dem Anlegen einer Infusion und kalten Umschlägen auf die Stirn. Hat eine Zentralisation noch nicht stattgefunden, so sind Sympaticomimetica, z.B. Effortil, indiziert (61).

Sicherlich ist die Zahl der Zwischenfälle mit Schock oder Kreislaufkollaps nach der Injektion von Lokalanästhetika wesentlich höher als bei der Lachgasanwendung.

- 6.3.3. Weitaus die meisten Komplikationen sind im Bereich der Exzitation einzuordnen. Vielfach wird von Fluchtversuchen, randalierenden oder schreienden Patienten berichtet. Bekanntgeworden ist der sog. "Schweizer Lachgaszwischenfall", der im Jahre 1954 von der Zeitschrift "Spiegel" aufgegriffen wurde. Eine Patientin hatte sich im Anschluß an eine N₂O-Behandlung über einen Balkon gestürzt und sich dabei schwer verletzt (43). Unglücksfälle dieser Art sind zu vermeiden, indem man in solchen Situationen den Patienten notfalls mit Gewalt auf dem Behandlungsstuhl zurückhält. Manche Autoren empfehlen vorsichtshalber in jedem Fall das Anlegen eines Gurtes. Wir machten von dem Anschnallen keinen Gebrauch; negative Erfahrungen waren auch so nicht zu verzeichnen. Die Patienten fühlen sich bei solchen Maßnahmen nur beunruhigt und verunsichert und bewerten den Eingriff gravierender als er es eigentlich ist. Wer an dem Grundsatz festhält, nie das stadium analgeticum zu überschreiten, der wird seine Patienten auch nie anschnallen müssen, um Zwischenfälle zu vermeiden.

Eine unangenehme, bei Anfängern doch recht häufig vorkommende Komplikation ist das Erbrechen. Auch hier handelt es sich fast immer um Exzitationerscheinungen. Erste Anzeichen sind ein gewisses Zittern in den Fingern, Lidflattern, schließlich kommt es zum Erbrechen mit tonischen Krämpfen (79). Wir mußten diese Erfahrung in drei Fällen machen, konnten aber rückblickend analysieren, daß jedes Mal wohl zu lang im Stadium 3 der Analgesie behandelt worden war, und

Dosierungskorrekturen zu schnell und in zu großen Schritten stattgefunden hatten. Sicher waren diese Leute ohne unsere Absicht in das Exzitationsstadium geraten.

Fuchs beschreibt auch einen erhöhten Brechreiz durch Intoleranz gegenüber einer bestimmten Prämedikation, bei schlechter körperlicher Verfassung (z.B. nach durchzechter Nacht) oder wenn größere Mengen an Blut, Sekret oder Schleim verschluckt wurden (27). Wegen der drohenden Aspirationsgefahr wird der Kopf seitwärts gedreht, die Maske abgenommen und der Mageninhalt aus der Mundhöhle ausgewischt oder abgesaugt.

- 6.3.4. Als "Mißerfolg" bei meiner eigenen Arbeit verliefen in gewisser Hinsicht auch Analgesien, während denen manche Frauen in eine Art erotische Traumvorstellung gelangten. Obwohl diese Patientinnen anschließend keine Details mehr wußten, waren sie sich ihres "freizügigen" Verhaltens sehr wohl bewußt, und es war ihnen zum Teil peinlich. Sie lehnten eine weitere Lachgasbehandlung ab. Unsere Bemühungen, den Vorfall zu überspielen und als unbedeutend abzuwerten, konnten in diesen Fällen nicht überzeugen.

Vonow schreibt in diesem Zusammenhang: "Komplikationen bei Frauen sind nicht zu befürchten, so daß keine Gehilfin anwesend sein muß" (86). Wir konnten allerdings die gegen-
teilige Erfahrung machen.

Um Zwischenfällen nicht hilflos gegenüberzustehen, empfiehlt Raidl ein Zwischenfallbesteck, das stets griffbereit sein sollte und etwa folgende Bestandteile enthält:

<u>Geräte:</u>	1 Mundsperr
	1 Zungenzange
	Stieltupfer
	Tubus zum Beatmen
	Einmalspritzen
	sterile Injektionsnadeln
	Staubbinde
	Infusionsmaterial
	1 leistungsfähige Saugpumpe (der Speichelzieher verstopft leicht)
	Sauerstoff zur Beatmung

<u>Medikamente:</u>	Blutersatzlösung
	Lobelin
	Adrenalin
	Coramin (Nikethamid)
	Sympatol
	Dolantin
	Evipan (krampflösend)
	Amylnitrat o.ä.

(57).

Abschließend sei zum Thema Zwischenfälle noch eine beeindruckende Zahl genannt, die aus einer Veröffentlichung von H. Ruben im "British Dental Journal" 1972 hervorgeht, in der er von mindestens 3 Millionen Lachgasanästhesien in den letzten 15 Jahren in Dänemark berichtet. Es hat dabei keinen einzigen Zwischenfall gegeben, der bekannt geworden wäre (59).

7. Forensische Fragen

Die deutsche Medizinalgesetzgebung macht dem Zahnarzt keine Vorschrift, welche Methode der Anästhesie er anwenden darf. Jeder Mediziner, der ein ordentliches Studium abgeschlossen und die Approbation erhalten hat, darf sowohl die zentrale Analgesie als auch die Kurznarkose mit Lachgas in eigener Verantwortlichkeit durchführen. "Kommt es jedoch zu Zwischenfällen, so hat er zu beweisen, daß er mit allen in dieser Behandlungsart liegenden Besonderheiten vertraut ist, und daß er keine der üblichen Kautelen unterlassen hat." (43). Einer besonderen Bewilligung wie in den USA, Dänemark und in manchen schweizer Kantonen, bedarf es nicht. In jenen Ländern erlangt man die Berechtigung erst nach dem Besuch von speziellen Einführungskursen (83).

Der Pharmakologe R.v. Werz (ref. nach Vonow) äußert sich zu diesem Thema: "Gesetzt den Fall, daß es im Zusammenhang mit einer Narkose zu einem tödlichen Zwischenfall in der Praxis eines Zahnarztes kommt, so ist die entscheidende Frage stets die, ob er zur Durchführung dieses Eingriffes berechtigt gewesen ist. Kann er dann eine genügende Ausbildung in dem einschlägigen Verfahren, die heute als Voraussetzung sachgemäßer und möglichst gefahrloser Behandlung gefordert werden muß, nicht nachweisen, so wird er kaum der Verurteilung wegen fahrlässiger Tötung entgehen" (83).

Gordonoff schreibt zu diesem Problem sehr treffend, daß der Chirurg in einem Krankenhaus in einem Todesfall selten von der Umgebung des Patienten angeklagt wird, da es immer ein gewisses Operationsrisiko gebe, daß es jedoch dem Patienten untersagt sei, beim Zahnarzt zu sterben (32).

Die Anwendung von Lachgas fordert vom Zahnarzt also ein besonders ausgeprägtes Bewußtsein seiner Verantwortlichkeit und seiner Sorgfaltspflicht, d.h. die Aneignung gründlicher Kenntnisse und Erfahrung mit der Problematik des N_2O .

Unter ganz besonderen forensischen Aspekten steht die Frage nach der Entlassungszeit des Patienten nach einer Analgesie. Eine beeindruckende Arbeit hierüber wurde 1960 von E. Fuchs in Zusammenarbeit mit dem Graphologen H.P. Karpinsky veröffentlicht. In einer klinisch-graphologischen Untersuchungsreihe stellten sie die Dauer der Erholungszeit in Abhängigkeit von der Analgesiedauer, ferner Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit nach N_2O -Applikation zur Diskussion. Dabei unterscheiden sie zwischen wiederhergestellter Geschäftsfähigkeit und wiederhergestellter Verkehrstüchtigkeit. Geschäftsunfähig ist nach § 104, Ziffer 2 des BGB, wer sich in einem die freie Willensbestimmung ausschließenden Zustand krankhafter Störung der Geistestätigkeit befindet, sofern nicht der Zustand seiner Art nach ein vorübergehender ist.

Verkehrstüchtig ist, wer neben der Berechtigung aufgrund des Führerscheins sein Fahrzeug zu lenken, sich darüber hinaus im Besitz voller Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit befindet (28).

Die Versuche gaben eine Übereinstimmung klinischer Ergebnisse und graphologischer Beurteilung. Im ersten Fall bestätigte sich die allgemeine Ansicht, daß schon eine Minute nach Absetzen der Maske der Patient wieder bei Sinnen und damit auch juristisch geschäftsfähig ist. Die volle Reaktions- und Konzentrationsfähigkeit hingegen stellt sich erst nach

viel längerer Zeit wieder ein. Die Erholungsphase bei Analgesien über 8 Minuten sollte mindestens proportional der Gesamtzeit der Einwirkung des Lachgases bemessen werden.

Für die Praxis heißt das, daß nach einer längeren Analgesie der Patient in keinem Fall schon nach 3 oder 5 Minuten wieder Auto fahren kann. Es ist deshalb die Aufgabe des Zahnarztes, seine Patienten durch ein aufklärendes Gespräch vor Schaden zu bewahren, der irgendwie im Zusammenhang mit der Nachwirkung eines Narkotikums stehen könnte (28).

Prof. R. Frey differenziert in diesem Zusammenhang zwischen Gehfähigkeit und Verkehrstüchtigkeit. Als Beurteilungsmaßstab werden dabei der Romberg'sche Versuch und ein eventuell noch vorliegender "Endstellungsnystagmus" herangezogen. Besonders betont Frey dabei die Gefahr des Alkoholgenusses in Verbindung mit Narkotika (23). Darüber hinaus dürfte es im eigenen Interesse des Zahnarztes liegen, sich vor Anschuldigungen über ungenügende Aufklärung und Sorgfaltspflicht abzusichern.

Wir schickten deshalb unsere Patienten nach der Analgesie noch für ein paar Minuten in einen kleinen Nebenraum zur Erholung. Die Leute hatten dort auch Gelegenheit, sich etwas hinzulegen. Abschließend empfahlen wir grundsätzlich allen Patienten, nicht mehr selber im Auto nach Hause zu fahren, d.h. sich abholen zu lassen oder ein Taxi zu nehmen. Im allgemeinen wurde dieser Aufforderung auch verständnisvoll gefolgt.

Ähnlich äußert sich auch B. Amian. Er ist zwar der Meinung, daß sich die Patienten schon nach 30 Minuten wieder an das

Steuer setzen könnten, fordert aber aus forensischen Gründen auch, daß nach einer Lachgasanalgesie nie im eigenen Fahrzeug gefahren werden dürfe. Weiterhin hält er eine Mindestentlassungszeit von 10 Minuten für notwendig. Mehr als 30 Minuten seien jedoch nie nötig, auch nicht bei sehr langer Analgesiedauer (5).

In diesem Zusammenhang sei noch einmal auf den besonders eklatanten Zwischenfall hingewiesen, der 1954 die breite Öffentlichkeit erregte (vgl. Kapitel "Zwischenfälle"). In einem aufsehenerregenden Prozeß mußte sich die Zahnärztin damals wegen fahrlässiger Körperverletzung verantworten, wurde aber schließlich ohne Urteilsveröffentlichung freigesprochen. In der Begründung hieß es, sie sei zu keiner gründlicheren Ausbildung verpflichtet gewesen (43).

Um generell solchen unglücklichen Ereignissen vorzubeugen, können aus forensischer Sicht folgende Forderungen aufgestellt werden:

- a) Jederzeit sollte während einer Analgesie ein gebrauchsfähiges Zwischenfallbesteck zur Verfügung stehen. Auf das Verfallsdatum der Medikamente muß geachtet werden (57).
- b) Es muß ein Raum vorhanden sein, in dem die Patienten noch eine angemessene Zeit ausruhen und beobachtet werden können.
- c) Von Autofahrten muß im Anschluß an die Behandlung für den ganzen Tag abgeraten werden (23, 28).
- d) Möglichst soll eine dritte Person im Behandlungszimmer anwesend sein, um eventuellen Anschuldigungen unsittlichen Verhaltens vorzubeugen (33).

e) Strengste Einhaltung des folgenden Grundsatzes muß oberstes Gebot bleiben:

Analgesie ja - Kurznarkose nein (1).

f) Grundsätzlich soll eine umfassende Ausbildung und Informationsmöglichkeit in der zentralen Analgesie im Lehrangebot für Studierende an der Universität enthalten sein (4, 74).

8. Eigene Versuche und Beobachtungen

Im folgenden möchte ich anhand von einigen Beispielen den Verlauf selbst durchgeführter Analgesien beschreiben. In Zusammenarbeit mit meinem Kollegen E. Fischer konnte ich unter der dankenswerten Leitung von Prof. Frey diese praktischen Erfahrungen an der Universitätszahnklinik Mainz sammeln. Von großem Vorteil war für uns das freundliche Entgegenkommen der konservierenden Abteilung und der Abteilung für ambulante Chirurgie unter der Leitung von Prof. Ketterl und Prof. Herfert, die uns auch personalmäßig ihre Unterstützung gewährten. So wurden uns jeweils eine Helferin und ein Zahnarzt für die ärztliche Behandlung zur Verfügung gestellt, und wir konnten uns voll auf die Durchführung der Analgesie und die Beobachtung der Patienten konzentrieren.

1. Analgesien an der chirurgischen Abteilung

a) Frl. F.A., 19 Jahre

Die Patientin wurde wegen einer Kreislaufschwäche von ihrem Zahnarzt in die Zahnklinik zur Extraktion des tief zerstörten Zahnes 46 überwiesen. Die Einleitung begannen wir mit 30 % N_2O , 70 % O_2 .

Der Eingriff wurde in Kombinationsanalgesie durchgeführt, da der Molar noch sehr fest stand. Den Einstich spürte die Patientin bereits nicht mehr. Bei 60 % Lachgas konnte die Extraktion durchgeführt werden. Vorübergehend zeigte die Patientin dabei etwas Unruhe. Nach 10 Minuten war der Eingriff erfolgreich beendet, das Lachgas wurde langsam zurückdosiert.

b) Fr. L.U., 28 Jahre

Die Frau kam zur Spaltung eines submentalen Abszesses. Die Einleitung wurde diesmal mit einem Gemisch von 50 % N_2O und 50 % O_2 vorgenommen. Für die Spaltung wurde das Lachgas auf 70 % erhöht, dabei kam es zu einem kleinen Lachanfall. Das Nähen bei etwa 50 % N_2O wurde zwar bemerkt, wie aber die spätere Befragung zeigte, nicht als schmerzhaft empfunden. Auch der Lachanfall war der Patientin postoperativ noch in Erinnerung. Die Analgesie hatte die Patientin insgesamt als angenehm empfunden.

c) Fr1. E.D., 20 Jahre

In regio 11, 12 sollte die Spaltung eines Abszesses durchgeführt werden. Durch ein schweres Hüftleiden bereits psychisch vorbelastet, kam die Patientin schon sehr nervös und verstört zu uns. Die Lokalisation des Abszesses verhinderte das richtige Aufsetzen der Nasenmaske, eine exakte Lachgasdosierung war nicht möglich. Wegen des Luftzutritts gaben wir von Anfang an etwas mehr N_2O als gewöhnlich. Bei 20 % Sauerstoff und 80 % Lachgas wurde der Eingriff durchgeführt. Es kam dabei plötzlich zu einer sehr starken motorischen Unruhe und zu einem Schreikrampf. Sicherlich war die Patientin infolge ihrer psychischen Grundstimmung sehr schnell in das Exzitationsstadium geraten. Postoperativ hatte das Mädchen eine totale retrograde Amnesie und war sehr ruhig.

d) Herr W.B., 31 Jahre

Es wurde ein Fibrom im Unterkiefer entfernt. Der Patient war von Anfang an sehr ruhig und nicht voreingenommen. Nach einer Einleitung mit 30 % Lachgas wurde der Eingriff bei 50 - 60 % N_2O durchgeführt. Der Mann gab später an, zwar alles registriert zu haben, aber völlig ohne Schmerzen; es war ihm sogar angenehm.

e) Fr. H.R., 51 Jahre

Die Patientin wurde wegen absoluter Allergie gegen Lokalanästhetika zur Extraktion von 45 und 46 in die Zahnklinik überwiesen. Die Frau war sehr nervös und ängstlich. Nach einer 3-minütigen Einleitung bei 50 %-igem Lachgas wurde sie sehr ruhig und bemerkte nur ein Kribbeln. Die Extraktion wurde komplikationslos bei 60 % N_2O durchgeführt. Später gab die Patientin an, ein gefühlsmäßiges Explodieren erlebt zu haben. Der Anstieg des Blutdrucks auf 80/160 machte sich für die Analgesie nicht bemerkbar.

f) FrI. Sch.S., 19 Jahre

Die Patientin kam mit einem Mundbodenabszeß in regio 46 zu uns; sie machte zunächst einen recht ruhigen Eindruck. Trotz der hohen Dosierung von 75 % Lachgas zeigte sich bei der Inzision eine Schmerzreaktion, das Mädchen schrie sogar einmal auf. Sie begann auch stark zu schwitzen. Bei der postoperativen Befragung gab sie an, leichte Schmerzen gehabt und alles genau mitbekommen zu haben.

g) Herr K.W., 25 Jahre

Der Patient kam zu uns zur Extraktion des tief zerstörten Zahnes 36. Er machte einen sehr ruhigen und ausgeglichenen Eindruck. Es zeigte sich bald, daß der Zahn ungewöhnlich fest saß, und wir deshalb zweimal kurzfristig auf 80 % Lachgas erhöhen mußten. Der Mann geriet dabei jedes Mal in starke Nähe des Exzitationsstadiums und war nur jeweils während der Rückkehrphase von der Exzitationsnähe in das planum analgeticum wirklich schmerzfrei. Die Analgesie zögerte sich über 30 Minuten hinaus, der Patient geriet stark ins Schwitzen, schließlich frakturierte auch noch eine Wurzel und wir brachen die Analgesie ab.

Die Möglichkeiten des Lachgases waren in diesem Fall sicherlich überfordert worden. Der Mann hatte später nur unklare Vorstellungen von den Geschehnissen, den Schmerz beschrieb er als erträglich.

h) Kind, K.P. J., 5 Jahre

Bei dem Jungen wurde die Extraktion von 2 Milchmolaren durchgeführt. Da das Kind sich zunächst absolut behandlungsunwillig verhielt, wurde die Gummimaske entgegen allen psychologischen Prinzipien mit "sanfter Gewalt" aufgesetzt. Kurz darauf war das Kind sehr ruhig, die Zähne konnten bei der relativ hohen Dosis von 80 % Lachgas problemlos extrahiert werden.

i) Mädchen, B.P., 13 Jahre

Es handelte sich hier um ein debiles Kind mit Lähmungen, bei dem multiple Nähte entfernt werden sollten. Nach der Einleitung bei 50 % Lachgas gelang bei hoher Dosierung über längere Zeit (15 - 20 Minuten) bei 70 bis 80 % N_2O eine reibungslose Durchführung. Die Erholungsphase dauerte entsprechend etwas länger.

2. Analgesien an der konservierenden Abteilung

a) Frä. T.E., 17 Jahre, Hypotonikerin

Die Patientin kam zur ersten Sitzung etwas skeptisch und ängstlich. Nach 3-minütiger Einleitung mit 30 % Lachgas konnte bei einer Dosis zwischen 50 und 60 % N_2O über 25 Minuten eine sehr gute und ausgeglichene Analgesie erreicht werden. Eine ausgedehnte Karies am Zahn 37 wurde schmerzfrei excaviert. Bei der anschließenden Befragung zeigte sich die Patientin sehr zufrieden und wollte sich jederzeit wieder mit Lachgas behandeln lassen.

In einer zweiten Sitzung konnten bei ihr mit einer Dosis zwischen 40 und 60 % Lachgas in 1 Stunde 10 Zähne excaviert und saniert werden. Hier zeigten sich die großen Vorteile des Lachgases besonders in der konservierenden Zahnheilkunde.

b) Frau K.C., 21 Jahre

In einer ersten Sitzung wurden bei dieser Patientin vier Zähne in verschiedenen Quadranten excaviert, dazu gehörten 2 caries profundae. Wir orientierten uns hinsichtlich der Dosierung bei dieser Patientin an den Schmerzreaktionen, die wir dem Stirnrunzeln entnehmen konnten. Über eine halbe Stunde hinweg dosierten wir dementsprechend unterschiedlich zwischen 30 und 80 % Lachgas. Die Patientin berichtete anschließend von einem sehr angenehmen Gefühl.

In einer zweiten Sitzung, in der 6 Zähne präpariert wurden, kam es nach einer halben Stunde sehr plötzlich zum Erbrechen. Vermutlich hatten wir zu lange und zu schnell auf 70 % N_2O dosiert. Obwohl die Patientin in der selben Sitzung noch einmal erbrechen mußte, gab sie postoperativ an, alles sehr angenehm und schmerzlos empfunden zu haben.

c) Kind, N.R., 4 Jahre

Das Kind zeigte sich zunächst absolut behandlungsunfähig. Erst nach einem sehr langen Gespräch konnten wir das Vertrauen des Jungen gewinnen. Die Nasenmaske war plötzlich ganz leicht aufzusetzen. Da sie jedoch etwas zu groß für das Kind war, mußten wir mit Luftbeimengungen rechnen und das Lachgas etwas höher dosieren. An 4 Zähnen konnte excaviert und eine Vitalamputation durchgeführt werden. Bei der Dosis von 80 % Lachgas kam es jedoch zum Erbrechen. Immerhin war in diesem Fall wenigstens eine Behandlung möglich geworden.

Leider zeigte das Kind in der zweiten Sitzung sofort wieder eine Abwehrhaltung. Selbst die Prämedikation mit "Gelonida antineuralgica" brachte keine Verbesserung der Ausgangslage. Eine zweite Behandlung war nicht mehr möglich. In einer dritten Sitzung brachte eine Valium-prämedikation vorübergehendes Vertrauen, aber auch hier scheiterten wir schon bald nach den ersten Behandlungsmaßnahmen.

d) Kind, P.K., 5 Jahre

Auch hier handelte es sich um ein völlig behandlungsunfähiges, überängstliches und verzogenes Kind, bei dem umfangreiche konservierende Maßnahmen nötig gewesen wären. Nur mit etwas Gewalt konnte die Maske aufgesetzt werden. Da das Kind jedoch mehrere Male erbrach, mußten wir die Behandlung aufgeben. Auch die vorherige Verabreichung von Gelonida-Saft war vergeblich.

e) Frau J. Ch., 28 Jahre

Bei dieser Patientin konnten wir die Vorteile einer Lachgasanalgesie in optimaler Weise demonstrieren. Schon in der ersten Sitzung war es möglich, mit einer relativ konstanten Gemischeinstellung von 60 % N_2O in 2 Stunden 22 Kavitäten in allen vier Quadranten zu präparieren und nach Absetzen des Lachgases zu füllen. Hierzu gehörten eine direkte Überkappung und mehrere Zahnhalskavitäten. Die Patientin war anschließend sehr begeistert und glücklich, zumal sie ja kein Zeitgefühl gehabt hatte und u.a. vor allem ihre zahlreichen Frontzahnfüllungen in einer Sitzung erneuert werden konnten.

9. Diskussion

Seitdem das Lachgas im Jahre 1776 durch Joseph Priestley dargestellt und durch Horace Wells Eingang fand in medizinische Bereiche, stand es bis in die heutige Zeit immer wieder im Kreuzfeuer der Kritik, gewann zeitweise begeisterte Anhänger und hatte aber auch ebensoviele ablehnende Gegner.

Welche Bedeutung kommt diesem Inhalationsanalgetikum heute im Zeitalter der modernen Schmerzbekämpfung zu? Welchen Raum kann es für unsere Zwecke, nämlich der Behandlung am ambulanten Patienten in der zahnärztlichen Praxis, einnehmen?

Die Propagierung der Methode allein ist wenig überzeugend und bringt keine Einsicht. Nur ein Vergleich mit dem heute in Deutschland gebräuchlichsten Mittel zur Schmerzausschaltung, nämlich der Lokalanästhesie, verschafft Einblick in diese Frage.

Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus zeigt sich die Lachgasanalgesie im Gegensatz zu früheren Jahren heute durchaus von einer akzeptablen Seite. Während die N_2O -Behandlung bis vor kurzem (noch 1959) nur für die Privatliquidation in Frage kam, kann heute dieses Verfahren nach der BUGO als Position Z 42 mit 16 Punkten abgerechnet werden. Bedingung ist eine Begründung der Analgesie, was aber im Einzelfall nicht schwerfallen dürfte. Der geübte Analgesist wird mit seiner Methode sehr wirtschaftlich arbeiten können; die These von dem zu großen Aufwand für zu wenig Geld gehört heute der Vergangenheit an. Die rationelle Arbeitsweise mit Lachgas kommt letztendlich der Konzentrationsfähigkeit des Zahnarztes und damit auch dem Wohle des Patienten zugute.

Der relativ häufige und zeitlich etwas aufwendige Wechsel der unhandlichen Sauerstoff- und Lachgasflaschen muß dafür in Kauf genommen werden.

Im Hinblick auf die pharmakologischen Eigenschaften hat das Lachgas gegenüber den Lokalanästhetika gewisse Vorteile. Da es absolut untoxisch ist, im Körper keinerlei chemische Verbindung eingeht und hypoxische Zustände mit Sicherheit durch eine Sauerstoffmindestzufuhr von 20 % zu vermeiden sind, ist es an sich ungefährlich. Im Gegensatz dazu muß man sich bei den Lokalanästhetika vor einer Resorption im Gesamtorganismus hüten, da es in diesem Falle zu sehr toxischen Erscheinungen kommen kann. Eine versehentliche intravenöse Injektion hat eine starke Herzdepression, eventuell sogar einen atrioventrikulären Block mit Kammerstillstand zur Folge. Weiterhin werden zentral erregende Wirkungen beschrieben, die bei starken Vergiftungen zur Lähmung des Atemzentrums führen können. Als Nebenwirkungen der Lokalanästhetika kennen wir weiterhin allergische Reaktionen; auch der anaphylaktische Schock muß hier erwähnt werden (22, 45, 72).

Besonders betrifft dies jene Lokalanästhetika, deren polarer Carboxylsauerstoff einem Ester angehört. Der langsame Abbau der Lokalanästhetika im Körper durch unspezifische Esterasen im Blut gestaltet solche Zwischenfälle oft sehr dramatisch. Demgegenüber steht bei der Verwendung von Lachgas eine sehr viel geringere Zahl von Überempfindlichkeitsreaktionen. Durch sofortiges Abstellen der Lachgaszufuhr hat der Zahnarzt jedoch eine solche Situation sofort wieder im Griff. Anaphylaktische Reaktionen wurden meines Wissens im Zusammenhang mit Lachgas noch nie beschrieben. Berichte amerikanischer Autoren über eine gering depressive Wirkung des Lachgases auf das Herz scheinen eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Interessante Vergleichsmöglichkeiten bietet auch die Frage nach Gesichtspunkten, die von unseren Patienten oft sehr subjektiv beurteilt werden: es gibt Menschen mit einer panischen Angst vor der Spritze. Schon der Anblick einer Nadel führt bei ihnen zu einer völligen inneren Verkrampfung und macht die Schmerzausschaltung sehr beschwerlich. Die schmerzlose Analgesierung mit Lachgas erleichtert diesen Patienten sicherlich den Weg zum Zahnarzt.

Andererseits gibt es aber auch Personen, die schon durch den Anblick des etwas großen und unhandlichen Lachgasgerätes den beabsichtigten Eingriff durch die Assoziation "Narkose" überbewerten und ängstlich reagieren. Um auch bei solchen Menschen eine Analgesie erfolgreich durchführen zu können, muß der Zahnarzt natürlich bereit sein, auch etwas Zeit für ein aufklärendes Gespräch zu opfern. Der Arzt, der sich für die Lachgasbehandlung entscheidet, sollte unbedingt seinen Arbeitsplan nach dem Prinzip einer Bestellpraxis organisieren. Die Hektik eines Wartezimmers mit 20 oder 30 Patienten kann einer erfolgreichen Analgesie nicht dienlich sein.

Ein Nachteil, den man bei jedem Lokalanästhetikum in Kauf nehmen muß, ist, wie schon erwähnt, die relativ lang anhaltende Wirkung über die Beendigung des Eingriffs hinaus. Noch ein oder zwei Stunden dauert es oft, bis das Anästhetikum ganz abgebaut und das Taubheitsgefühl ganz abgeklungen ist. Häufig beißen sich die Patienten in dieser Phase unbemerkt in die Zunge oder in die Lippe. Der Zahnarzt muß also nach einer Injektion im Mundbereich stets die Mahnung mit auf den Weg geben, in den nächsten Stunden möglichst nichts zu essen. Darüber hinaus macht sich die anhaltende Wirkung natürlich dann bemerkbar, wenn, wie es oft gerade bei der Mandibularisierungsanästhesie passiert, die Nadel etwas zu weit nach dorsal geführt wurde und dabei eine Facialisparesie aufgetreten ist. Es ist dann schwer und unangenehm, den Patienten

überzeugen zu müssen, daß sich dieses Mißgeschick in kurzer Zeit von selber wieder beheben wird.

Durch die Lachgasanalgesie bleiben unseren Patienten solche Unannehmlichkeiten sicherlich erspart.

Ein Patient, der bei seinem Zahnarzt einmal erfolgreich mit N_2O behandelt worden ist, wird als "angenehm" bestimmt folgende Eindrücke mit nach Hause nehmen:

Die Applikation ist absolut schmerzlos, das Gas riecht nicht abstoßend. Schon nach kurzer Zeit weicht jegliches Gefühl der Angst und Verkrampfung zugunsten einer ruhigen und entspannten Stimmung. Der Zeitfaktor spielt keine Rolle mehr und auch ausgedehnte Sitzungen werden nicht mehr als anstrengend empfunden. Der Patient wird es zu schätzen wissen, wenn er anstatt mehrere Male zum Zahnarzt gehen zu müssen, nur sehr wenige Sitzungen für die Sanierung seiner Zähne benötigt. Die zentrale Analgesie bringt den großen Vorteil einer schmerzfreien Behandlung in allen 4 Quadranten des Kauapparates in nur einer Sitzung mit sich. Mit Hilfe der Lokalanästhesie müßte dieselbe Arbeit auf 4 Termine verteilt werden.

Weniger befriedigend mag bei der Lachgasbehandlung für manche Leute der Zwang zur reinen Nasenatmung sein. Oft sind sie dazu nicht in der Lage und müssen erst einen gewissen Lernprozeß durchmachen. Auch die notwendige Erholungsphase im Anschluß an die Behandlung und vor allem die Aufforderung, nicht mehr Auto zu fahren, mag manche Leute abhalten, sich mit Lachgas behandeln zu lassen. Die meisten Mißempfindungen unserer Patienten sind aber eindeutig auf Fehler von seiten des Zahnarztes zurückzuführen. Seine Persönlichkeit und sein technisches Können sind in fast jedem Fall verantwortlich für den angenehmen oder unangenehmen Nachgeschmack nach der Behandlung.

Auch für den Zahnarzt selbst ergeben sich bei der N_2O -Analgesie Konsequenzen, die er z.T. begrüßen, z.T. aber auch sehr skeptisch betrachten mag.

In vielen Fällen wird sich der geübte Praktiker mit Lachgas einen dankbaren und zufriedenen Kundenstamm schaffen. Besonders zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang die Kinderbehandlung. So werden z.B. zunächst völlig behandlungsunfähige Kinder in vielen Fällen einer zahnärztlichen Therapie überhaupt erst zugänglich gemacht, manchmal sogar für alle Zukunft völlig normal behandelbare Patienten werden. Überzeugte Lachgasanhänger sind in erster Linie aufgeschlossene, aber auch nervöse und ängstliche Personen und solche Patienten, die aufgrund von gesundheitlichen Voraussetzungen eine Lokalanästhesie nicht vertragen können. Der Zahnarzt, der Kenntnisse in der Lachgasanalgesie besitzt, kann also auch jenen Leuten eine Therapie zukommen lassen, die anderenfalls in eine Klinik überwiesen werden müßten. Gerade für die Praxis in ländlichen Gegenden dürfte dies ein nicht zu unterschätzender Gewinn sein.

Auch der folgende Aspekt erscheint einleuchtend und vorteilhaft: Der Zahnarzt möchte häufig einen Abdruck wiederholen, oder noch einmal eine Korrektur an der Präparation eines Zahnes vornehmen. Die kritische "Aufsicht" und damit die steigende Nervosität des Patienten spielen jedoch in solchen Momenten eine große Rolle und der Praktiker begnügt sich oft mit einer weniger guten Arbeit. Während einer Lachgasanalgesie herrschen andere Verhältnisse. Der Zahnarzt braucht dem Patienten gegenüber keine Rechenschaft abzuliegen, auch wenn vielleicht erst der dritte oder vierte Abdruck gelingt. Ein wachsendes Mißtrauen des Patienten oder Ungeduld braucht nicht befürchtet zu werden (83).

Die zentrale Analgesie ist bei genügender Erfahrung fast beliebig lang aufrechtzuerhalten, ein Nachinjizieren, wie wir es von der Lokalanästhesie her kennen, ist nicht notwendig. Darüber hinaus ermöglicht die zentrale Lachgasanalgesie auch in entzündlichen Gebieten eine schmerzfreie und gefahrlose Behandlung. Bei den Lokalanästhetika bleibt hier eine ausreichende Wirkung infolge des sauren Milieus meist aus (45, 63).

Mancher Aspekt mag für den Zahnarzt auch von Nachteil erscheinen: Die zentrale Analgesie, besonders wenn man sie bei Lachgasneulingen oder bei Kindern benutzt, verlangt von dem Praktiker jedesmal ein Höchstmaß an Konzentration. Er muß die Einstellung des Gerätes, die Reaktion des Patienten und seine zahnärztliche Tätigkeit zugleich im Auge behalten. Eine gut eingearbeitete Helferin ist die unabdingbare Voraussetzung für eine reibungslose Durchführung der Analgesie. Schon der forensische Aspekt macht es aber auch notwendig, daß eine 3. Person in jedem Fall anwesend ist.

Wenn der Zahnarzt ein absolut blutfreies Operationsfeld benötigt, wird er lieber auf ein Lokalanästhetikum mit vaso-konstriktorischem Zusatz zurückgreifen. Auch bei sehr schmerzhaften Eingriffen, so z.B. der Extraktion eines noch fest-sitzenden Molaren, wird man zumindest zusätzlich zur Analgesie auf eine Spritze nicht verzichten können. In solchen Fällen darf der Praktiker von der zentralen Analgesie einfach nicht zuviel verlangen, er muß die Indikationsgrenzen genau kennen.

Nicht zuletzt bleibt als grundlegende Forderung bestehen: Wer sich keine Kenntnisse in der Durchführung und Beurteilung der Lachgasbehandlung angeeignet hat, sollte sich ohne fach-männische Unterstützung nicht an die Applikation von N_2O wagen. Das Ausbildungs- und Informationsangebot für die Lachgasanalgesie ist leider in Deutschland viel zu gering; interessierte Zahnärzte sind meist auf eine zufällige Bekanntschaft mit dieser Methode angewiesen.

Bestätigt durch eigene klinische Erfahrung wollte ich zeigen, daß bei gründlicher Kenntnis des Verfahrens die Lachgasanalgesie dem Praktiker in manchen Situationen hervorragende Möglichkeiten eröffnet und geeignet sein kann, viele Mühen des zahnärztlichen Alltags zu erleichtern. Die N_2O -Anwendung hat auch heute noch bei gekonnter Ausübung eine echte Berechtigung und ist eine Notwendigkeit in jeder modernen zahnärztlichen Praxis, die Anspruch erhebt auf ein umfassendes Behandlungsangebot.

10. Zusammenfassung

Die Schwierigkeiten einer Schmerzausschaltung am ambulanten Patienten in der zahnärztlichen Praxis werden näher beleuchtet. Dabei zeigt sich, daß die heute gebräuchlichste Methode, nämlich die Infiltrationsanästhesie, in vielen Fällen nicht das Mittel der Wahl sein kann und in weiten Bevölkerungskreisen durchaus nicht die Angst vor dem Zahnarzt verdrängt hat.

Die zentrale Analgesie mit Lachgas als Alternative und Ergänzung zur lokalen Infiltration steht zur Diskussion. Ermutigt durch eigene Versuche wird zu einer Wiederbelebung dieser in Deutschland fast in Vergessenheit geratenen Kunst angeregt.

Zunächst schildere ich in einem historischen Rückblick den abenteuerlichen Weg der Anästhesie und speziell des Lachgases als Narkotikum. Beginnend 1776 mit der Entdeckung durch Priestley führt die Geschichte des N_2O durch ganz Europa und Amerika. Während in den USA, England und Frankreich das Lachgas schon um 1900 eine Blütezeit erlebt, finden sich in Deutschland erst spät Befürworter dieser Methode. Auch der Begriff Analgesie wird hier erst relativ spät, einhergehend mit neueren wissenschaftlichen Erkenntnissen, in die Fachliteratur aufgenommen und praktiziert. In den Jahren zwischen 1950 und 60 war die Lachgasanwendung auch in Deutschland sehr populär, ist aber heute wieder völlig verlassen.

Das nächste Kapitel stellt das Lachgas aus chemisch-physikalisch und pharmakologischer Hinsicht dar. Seine hervorragenden Eigenschaften als Inhalationsanalgetikum werden besonders hervorgehoben.

Die geschichtliche Entwicklung und Darstellung der Lachgasgeräte soll dem Leser ein ausgewogenes Urteil über die Vorteile und technischen Fortschritte moderner Geräte im Vergleich zu alten Apparaturen ermöglichen.

Im einzelnen wird anschließend aufgezeigt, welche grundsätzlichen Aufgaben ein Analgesiegerät zu erfüllen hat. Die Einteilung der Apparate ist nach verschiedenen technischen Kriterien möglich. Die Arbeitsweise der unterschiedlichen Systeme wird anhand von verschiedenen Beispielen beschrieben. Eingehender bespreche ich die beiden Dräger-Geräte "Marius" und "Analgisor 19".

In dem Abschnitt "Sicherheit und Zuverlässigkeit" von Apparaten wird auf die jahrelangen Meinungsverschiedenheiten zu diesem Thema hingewiesen. Anschließend stelle ich acht Forderungen zur Sicherheit auf, die für die Konstruktion moderner Geräte heute maßgeblich sein sollten. Es folgt ein kurzer Absatz über Pflege und Reinigung von Apparaturen.

Im weiteren wird der Begriff Narkose mit seinen einzelnen Stadien definiert und beschrieben. Das Analgesiestadium handle ich dabei etwas ausführlicher. Die Möglichkeiten, die uns der Gebrauch dieses Analgesiestadiums eröffnet, wird nach drei Gesichtspunkten erarbeitet:

- a) Fähigkeiten des Analgesisten
- b) Eignung des Patienten
- c) Art der durchgeführten Behandlung

Die übereinstimmende Meinung fast aller Autoren bestätigt die systematische Aufstellung von Indikationen und Kontraindikationen der Lachgasanalgesie.

In dem Absatz "Vorbereitende Maßnahmen" zeigt sich die Bedeutung einer guten psychologischen Aufklärung des Patienten über die bevorstehende Behandlung. Die richtige Einstellung zur zentralen Analgesie ist einer der wichtigsten Faktoren, der zum Erfolg führt. Die Persönlichkeit des Zahnarztes spielt dabei eine dominierende Rolle.

Über die Prämedikationsfrage gibt es verschiedene Ansichten. Während einzelne Autoren eine Prämedikation bei der Analgesie für überflüssig, ja sogar schädlich halten, empfehlen andere wiederum das Atropin zur Herabsetzung der Reflexerregbarkeit, bzw. bei sehr ängstlichen Patienten Valium zur Sedation. Abschließend werden in diesem Kapitel technische Vorbereitungen erwähnt.

In dem Abschnitt "Praktische Durchführung" der Analgesie erkläre ich zunächst den Begriff der "Patient-Control- und Operator-Control-Methode". Aufgrund langjähriger Erfahrungen namhafter Autoren scheint die Selbststeuerung durch den Patienten trotz verlockend klingender Vorteile keine Verbesserung zu bringen.

Die Nachteile dieser Methode werden im einzelnen aufgezeigt. Insbesondere aus forensischen Gründen gibt man heute der Ein-Mann-Durchführung der Analgesie den Vorzug.

Für die psychologische und technische Betreuung unserer Patienten während der Analgesie hat es sich als zweckmäßig erwiesen, zwischen lachgaserfahrenen und lachgasunerfahrenen Menschen zu unterscheiden. Während wir den Neuling durch die ganze Behandlung hinweg, besonders aber in der Einleitungszeit, suggestiv führen, genügt es bei erfahrenen Lachgaspatienten, wenn wir sie ohne viele Worte ihrer Analgesie überlassen und zügig ihre Behandlung durchführen.

Eine besondere Situation stellt die Behandlung von Kindern dar. Sie sind im allgemeinen sehr dankbare, oft begeisterte Patienten, sind weniger exzitabel und suggestibler als Erwachsene, bei Erstbehandlung aber häufig nicht einfach von Unbehagen und Angst zu befreien. Es erfolgt eine Einteilung in zwei Gruppen, je nach Behandlungsfähigkeit und je nach Konstitution und Psyche. Die Prämedikation kann besonders bei Kindern eine hervorragende Wirkung zeigen.

Über die Dosierung einer Lachgasanalgesie gibt es widersprüchlichste Angaben. Die Gründe hierfür werden diskutiert.

In grundlegenden Betrachtungen, die sich zum größten Teil auf die Untersuchungen von A. Persson beziehen, versuche ich, allgemeingültige Maßstäbe zu erarbeiten. Perssons Ergebnisse zeigen den Einfluß von Lachgas auf die Schmerzschwelle, insbesondere unter Sauerstoffmangel und Sauerstoffüberschuß. Darüber hinaus führte er Messungen über die Gaskonzentration im venösen und arteriellen Blut unter verschiedenen Versuchsvoraussetzungen durch.

Zu ähnlichen Ergebnissen wie Persson kommt auch P. Vonow bei seiner Versuchsreihe in Zürich.

Grundsätzlichste Forderung bleibt dabei ein Mindestanteil von 20 % Sauerstoff im Gasgemisch; meist wird jedoch eine Gemischeinstellung von 50 % N_2O und 50 % O_2 zur Aufrechterhaltung einer Analgesie genügen. In sehr hohen Konzentrationen wirkt reiner Sauerstoff der analgetischen Komponente des Lachgases entgegen.

Vor- und Nachteile der quantitativen und prozentualen Dosierung werden im folgenden besprochen. Die Kapitel "Einleitungszeit, Aufrechterhaltung und Beendigungszeit" der Analgesie befassen sich mit der gerätetechnischen Durchführung während der verschiedenen Phasen der Behandlung.

Es zeigt sich, daß in der Hand eines erfahrenen Zahnarztes eine individuelle Handhabung der Dosierung bei Beachtung grundsätzlicher Prinzipien die beste Voraussetzung für einen Erfolg darstellt.

Weiterhin weise ich auf mögliche Mißerfolge und Zwischenfälle hin. Es zeigt sich, daß Komplikationen während einer Analgesie zu den relativ seltenen Ereignissen gehören, daß die lokale Infiltration zumindest die gleichen Gefahren in sich birgt, und daß das Lachgas an sich für Zwischenfälle nur selten der ausschlaggebende Faktor ist.

Anschließend werden forensische Probleme erörtert. Insbesondere der Appell an die Sorgfaltspflicht und Eigenverantwortlichkeit des Zahnarztes muß hier in den Vordergrund gestellt werden, da in Deutschland das Gesetz dem Praktiker hinsichtlich seiner Anästhesiemethoden keine Vorschriften macht.

Es folgt die Beschreibung einiger klinischer Fälle, die ich zusammen mit meinem Kollegen E. Fischer an der Universitätsklinik Mainz erarbeitet habe.

Die Diskussion setzt sich mit der Frage auseinander: Welchen Raum kann das N_2O in einer modernen zahnärztlichen Praxis einnehmen? Im Vergleich mit der Alternative, nämlich der Lokalanästhesie, ergeben sich interessante Aspekte.

11. Literaturverzeichnis

1. Allen, G.D. et al.: Letter: Nitrous oxide-oxygen analgesia
Anesthesia et Analgesia (Cleve)
52, 997 - 9, (1973)
2. Allen, G.D.: Nitrous oxide-oxygen sedation machines and devices
Am.Dent.Ass. 88, 611 - 4, (1974)
3. Allen, G.D.: The Relationship of Analgesia to General Anesthesia with Nitrous Oxide
Journ. of the Am. Podiatry Ass.
63, 81 - 7, (1973)
4. Alstine, R.S.
Fisher, S.J. : Use of sedation-analgesia in general dentistry
Journ. of the Can.Dent.Ass.
39, 476 - 7 (1973)
5. Amian, B: Die Lachgasanalgesie
Lübeck, Dräger-Werk AG, Nov. 1973
(1. Ausg.)
6. Axhausen, G.: Die allgemeine Chirurgie in der Zahn-Mund- und Kieferheilkunde
München, Carl Hauser Verl., 1947
7. Bauer-Ehnes, H.: Praemedikation für zahnärztliche Eingriffe in Lokalanästhesie und Lachgasanalgesie, Dtsch. Zahnärzteblatt
XXV/1, 10 - 13, (1971)

8. Blum, V.: N_2O als Anästhetikum
Inauguraldissertation Med.-Erlangen
München 1878
9. Borneff, J.: Hygiene, ein Leitfaden für Studierende
und Ärzte
Stuttgart, G. Thieme Verl., 1974
(2. Aufl.)
10. Brauß, H.E.: Die Lachgasbehandlung bei Kindern
Zahnärztliche Rundschau, 70/4,
126 - 30, (1961)
11. Brille, J.M.: Analgésie et Anesthésie en Chirurgie
Dentaire
Paris, 1936
12. Bumiller, O.E.: Die Angst vor dem Zahnarzt und ihre
Behandlung
Dtsch. Zahnärzteblatt VIII/19.,
774 - 8, (1954)
13. Devine, V. et al.: Controlled Test of the Analgesic and
Relaxant Properties of Nitrous Oxide
Journ. of the Dent. Research,
Vol 53, No 2, 486 - 9 (1974)
14. Dräger-Werk AG: Analgisor 19 ... um ihm die Angst
zu nehmen
Begleitdruck zum Gerät Analgisor 19
Lübeck, Nr. 5224, Nov. 1972
15. Eisele, J.H.
Smith, N. Ty.: Cardiovascular effects of 40 percent
nitrous oxide in man
Anesthesia et Analgesia, 51, 956 - 63
(1972)

16. Everett, G.B.
Allen, G.D. : Simultaneous evaluation of cardio-
respiratory and analgesic effects
of nitrous oxide-oxygen inhalation
analgesia
Am.Dent.Ass., 83, 129 - 33, (1971)
17. Farbwerke Hoechst AG
in Zusammenarbeit mit
dem Dräger-Werk, Lübeck: Lachgasfibel
18. Finger, H.: Zur Technik der Lachgas-Narkose in
der Zahnheilkunde
Zahnärztliche Welt, 4/12, 455 - 9 (1949)
19. Flaschentreher, M.H.: Die Praxis der Lachgas-Analgesie
Zahnärztl. Reform, 56/9,10, 190 - 4
(1955)
20. Frey, R.: Die Entwicklung der Anästhesie in
Deutschland
Die Therapiewoche 12,16, 633 - 5,
(1962)
21. Frey, R.: Prämedikation vor Eingriffen bei
Kleinkindern
Münchner med.Wochenschr., 109,
1078 - 9, (1967)
22. Frey, R.
Lutzki, H.v.
Nolte, H.
Pfeiffer, H.: Der heutige Stand der Lokalanästhesie,
Vorträge aus der praktischen Chirurgie
Stuttgart, F. Enke Verl.,
1967

23. Frey, R.: Über die Verkehrstüchtigkeit eines Menschen nach Applikation von Hypnotika und Narkotika in der ambulanten Praxis
Med. Klinik, 56, 1723, (1961)
24. Frey, R.: Schmerzbehandlung aus der Sicht des Anästhesisten
In: Interdisziplinäre Schmerzbehandlung, Frey, Bonica, Gerbershagen, Gross, Berlin, Heidelberg, New York 1974
25. Frey, R.
Hügin, W.
Mayrhofer u.a.: Lehrbuch der Anästhesiologie und Wiederbelebung
Berlin-Göttingen-Heidelberg, Springer-Verl., 1971
26. Füniss, H. et al.: Dräger-Medizingeräte im Wandel der Zeiten
Sonderdruck MT₁ aus dem Drägerheft Nr. 280/281/282,
Lübeck, Dräger-Werk AG
27. Fuchs, E.: Die zentrale Analgesie und Kurznarkose mit Lachgas
Hamburg, Hüllenhagen und Griechel-verl., 1954
28. Fuchs, E.
Karpinsky, H.P.: Lachgasanalgesie und Verkehrstüchtigkeit
Zahnärztl. Welt & Reform 61/6, 170 - 3 (1960)
29. Gabel, R.A.
Schultz, B.: Solubility of Nitrous Oxide in Water, 20 - 80° C
Anesthesiology, 1, 75 - 81 (1973)

30. Gabka, J.
Harnisch, H.: Operationskurs für Zahnmediziner
Stuttgart, G. Thieme-Verl., 1973
31. Gordonoff, T.: Möglichkeiten und Reichweite der
Inhalationsnarkosen in der zahnärzt-
lichen Praxis
Schweiz. Mon.schr.f. Zahnheilkunde
58, 627 - 30, (1948)
32. Gordonoff, T.: Protoxyde d' azone et médecine dentaire
Schweiz.Mon.schr. f. Zahnheilkunde
10, 1022 - 9, (1952)
33. Gurney, B.F.: Nitrous Oxide: Part two
Dent.Dig. 78, 28 - 30, (1972)
34. Haunfelder, D. Praxis der Zahnheilkunde, Band II
Hupfau, L. (Chirurgie)
Ketterl, W. München-Berlin-Wien
Schmuth, G.: Urban- und Schwarzenberg, 1973
35. Heinrich, E.: Zum Problem der Analgesie und Kurz-
narkose
Dtsch. Zahnärzteblatt, VIII/2,
64 - 6, (1954)
36. Hellmuth, K.: Die zentrale Analgesie in der zahn-
ärztlichen Praxis
Österr. Zeitschr. Stomatologie, 53
469 - 71 (1956)*
37. Henley, J.: Einführung in die Praxis der modernen
Inhalationsnarkose
Berlin, Walter De Gruyter & Co, 1950

38. Hoffmann
Axthelm: Lexikon der Zahnmedizin
Berlin, Quintessenz-Verlag, 1974
39. Immenkamp, A.: Allgemeinanästhesie und örtliche
Betäubung in der Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde
Heidelberg, A. Hütig-Verl., 1970
40. Immenkamp, A.: Die örtliche Schmerzausschaltung in
der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
unter Berücksichtigung der zentralen
Lachgasanalgesie
Berlin, Berlinische Verlagsanstalt 1955
41. Jürgens, I.: Erfahrungen mit der Lachgas-Sauerstoff-
Analgesie in der Kinderbehandlung
Dtsch.Zahnärzteblatt, XII/24 (1958)
Sonderdruck
42. Krause, A.: Sicherheitsfaktoren bei der Lachgas-
behandlung
Zahnärztl. Rundschau 66/3, 52 - 4,
(1957)
43. Krüger-Janson, E.: Der Schweizer Lachgaszwischenfall
und was er lehrt
Zahnärztl. Mitteilungen, 43/3, 89 - 90,
(1955)
44. Krüger-Janson, E.: Die Bedeutung des Lachgases und seine
Anwendung in der Zahnheilkunde
Zahnärztl. Rundschau 63/12, 359 - 62,
(1954)

45. Kuschinsky, G. Kurzes Lehrbuch der Pharmakologie
Lüllmann, H.: Stuttgart, G. Thieme Verlag, 1974
46. Lancet Editorial: Nitrous-oxide analgesia
Lancet, 2, 891, (1973)
47. Leitzke, K.: Die $N_2O - O_2$ - Analgesie in der
Kinderzahnheilkunde
Zahnärztl. Welt u. Reform, 3, 79 - 80
(1959)
48. Macintosh, R.R. Grundlagen der allgemeinen Narkose
Bannister, F.B.: Berlin, VEB Verlag Volk und Gesundheit,
1964
49. Meyer, W.: Die Zahnextraktion und ihre Schmerz-
verhütung
München, Berlin Urban und Schwarzen-
berg, 1956
50. Nüchel, H.: Ist die Sauerstoffversorgung des
Patienten bei Anwendung von Lachgas-
analgesieapparaten sichergestellt?
Dtsch. Zahnärzteblatt VIII/7,
270 - 2, (1954)
51. Nüchel, H.: Gasuntersuchungen an lungenauto-
matischen (Intermittent-Flow)
Anästhesieapparaten
Der Anästhesist 3/2, 91 - 3, (1954)
52. Persson, P.A.: Nitrous oxide Hyperalgesia in Man
Acta odont.Scand., Vol. 9, Suppl. 7
(1951)

53. Pfeiffer, H.: Die Analgesie bei Kinderbehandlung
Österr. Zeitschr. Stomatologie
53/7, 372 - 3, (1956)
54. Pflüger, H.: Kurzlehrbuch der modernen Anästhesie
Stuttgart, F.K. Schattauer-Verlag
1962
55. Policow, M.: Analgesia in Dentistry
Dent.Dig., Vol. 59/No 3, 391 - 2,
(1953)
56. Pschyrembl, W.: Klinisches Wörterbuch
Berlin, Walter De Gruyter & Co
1969
57. Raidl, R.: Komplikationen bei der Lachgasanalgesie
und deren Vermeidung
Dtsch. Zahnärzteblatt, XXV/1, 14 - 8,
(1971)
58. Reus, G.: Klinischer Beitrag zur Anwendung der
Lachgasanalgesie
Dtsch. Zahnärzteblatt VIII/20,
309 - 13 (1954) Sonderdruck
59. Ruben, H.: Nitrous Oxid Analgesia in Dentistry
Brit. Dent.Journ., 132, 195 - 6
(1972)
60. Russel, W.J.: Nitrous Oxid - is it an adequate
anesthetic?
Journ. of Physiology, 231, 20 P - 21 P,
1973

61. Schettler, G.: Innere Medizin, Band I
Stuttgart, G. Thieme Verlag, 1972
62. Schmid-Schmidfelden, O.: Zur Problematik der prä- und post-
operativen psychologischen Beeinflussung,
Der Anästhesist, 2/3, 106 - 9, (1953)
63. Schmuziger, P.: Die Anästhesie bei entzündlichen
Komplikationen
Schweiz. Mon.schr. f. Zahnheilkunde
58, 631 - 2, (1948)
64. Schmuziger, P.: Die lokale und allgemeine Anästhesie
in der Zahn-, Mund- und Kieferheil-
kunde unter Berücksichtigung der
täglichen Praxis
Bern, Hans Huber Verlag, 1951
65. Schön, F.: Zur Frage der Wahl eines Analgesie-
apparates
Zahnärztl. Praxis VI/10, 1 - 2, (1955)
66. Schön, F.: Das Problem der zahnärztlichen
Behandlung von Kindern
Zahnärztl. Reform, 56, 409 - 12,
(1955)
67. Schön, F.: Die zentrale Analgesie in der Zahnheil-
kunde, insbesondere ihre physiolo-
gischen Grundlagen
In: Dtsch. Zahnärztekalendar, 183 - 91
München, Carl Hauser Verlag 1954
68. Schön, F.: Über die individuelle Schmerzbereitschaft
und deren Beeinflussung anlässlich der
Lachgasanalgesie
Zahnärztl. Rundschau, 64/12, 317 - 18
(1955)

69. Schön, F.: Die Technik der Selbstanalgesierung
mit Lachgas
Dtsch. Zahnärztl. Zeitschr., 8/15
808 - 10, (1953)
70. Schulze, K.: Narkosetheorien
Inauguraldissertation, Würzburg 1972
71. Schwarz, C.: Die Schmerzausschaltung bei Eingriffen
an ambulanten Patienten unter Berücksichtigung der zahnärztlichen Praxis
Inauguraldissertation, Heidelberg 1956
72. Sehhati, Gh.
Frey, R.
Schylla, G.: Die Lokalanästhesie, ihre Komplikationen
und Behandlung in der zahnärztlichen Praxis
Zahnärztl. Welt & Reform, 82, 886 - 9,
(1973)
73. Soehring, K.: Pharmakologie für Zahnärzte
Konstanz, Verlag Zahnärztl. Welt GmbH
1951
74. Stuebner, E.A.: Nitrous Oxide-Analgesia or Anesthesia
Dent.clin. of North.Am., 17, 235 - 47
(1973)
75. Tracksdorf, H.: Zur Lachgas-Sauerstoffanalgesie
Dtsch. Zahnärztl. Zeitschr. 9/13
728 - 33, (1954)
76. Tracksdorf, H.: Die Lachgasanalgesie
Österr. Zeitschr. Stomat. 53/10,
547 - 50, (1956)

77. Tracksdorf, H.: Mißerfolge bei der Lachgasanalgesie und über den Versuch ihrer Ursachenklärung
Zahnärztl. Welt & Reform 57/2, 34 - 6, (1956)
78. Tracksdorf, H.: Kritische Betrachtung über Lachgasgeräte
Zahnärztl. Rundschau 64/23, 611 - 14, (1955)
79. Tracksdorf, H.: Methoden der Schmerzausschaltung in der zahnärztlichen Praxis
Heidelberg, Alfred Hüthig Verlag 1954
80. Trieger, N.
Loskota, W.J.
Jacobs, A.W.
Newman, M.G. Nitrous oxide - a study of physiological and psychomotor effects
Am.Dent. Ass. 82, 142 - 9, (1971)
81. Vitale, A.: Zur Frage der Narkose bei ambulanten Eingriffen
der Anästhesist, 2/4, 116 - 18 (1953)
82. Vogt, W.: Lachgasnarkose in der Kinderheilkunde
Aus: Monatsschrift für Kinderheilkunde, 99, (1951)
Dräger-Sonderdruck Nr. 57 - 421/M.
83. Vonow, P.: Lachgasanalgesie in der zahnärztlichen Praxis
Bern - Stuttgart, Hans-Huber-Verlag 1956

84. Vonow, P.: Zur Lachgas-Sauerstoffanalgesie
Dtsch. zahnärztl. Zeitschr. 8/22,
1234 - 6, (1953)
85. Vonow, P.: Zur Lachgas-Sauerstoffanalgesie
Dtsch. zahnärztl. Zeitschr. 9
733 - 7, (1954)
86. Vonow, P.: Voraussetzungen zur einfachen und
sicheren Durchführung der zahnärzt-
lichen Lachgas-Sauerstoffanalgesie
Der Anästhesist 3/2, 88 - 90, (1954)
87. Wolf, H.: Patient-Control-System bei der Durch-
führung der Lachgasanalgesie
Zahnärztl. Rundschau 62/19, 545 - 7,
(1953)
88. Wolf, H.: Gefahren und Zwischenfälle bei der
Lachgasnarkose
Zahnärztl. Rundschau 63/14, 420 - 2,
(1954)
89. Wright, C.J. et al.: Pre-mixed nitrous oxide-oxygen analgesia
in the ambulance service
Anesthesia, Vol 27/4, 459 - 60
(1972)

12. Verzeichnis der Abbildungen

- Abbildung 1: Dräger Lachgas-Gerät "Marius 2 a"
aus: Lachgasfibel, S. 7 (Lit.verz. 17)
- Abbildung 2: Dräger Lachgas-Gerät "Analgor 19"
aus: Die Lachgasanalgesie, S. 20
B. Amian (Lit.verz.5)
- Abbildung 3: Mc. Kesson-Stickoxydul-Sauerstoffapparat
"Euthesor"
aus: Die lokale und allgemeine Anästhesie
in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
unter Berücksichtigung der täglichen
Praxis, S. 158
P. Schmuziger (Lit.verz. 64)
- Abbildung 4: Heidbrink-Stickoxydul-Sauerstoffapparat
"Simplex"
aus: Die lokale und allgemeine Anästhesie
in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
unter Berücksichtigung der täglichen
Praxis, S. 159
P. Schmuziger (Lit.verz. 64)
- Abbildung 5: Foregger-Lachgas-Sauerstoff-Analgesieapparat
aus: Die Lachgasanalgesie in der zahnärzt-
lichen Praxis, S. 140
P. Vonow (Lit.verz. 83)
- Abbildung 6: Schematische Darstellung des Continous-Flow-
Systems während der Einatmungs- und Aus-
atmungsphase
aus: Die Lachgasanalgesie in der zahnärztlichen
Praxis, S. 130
P. Vonow (Lit.verz. 83)

- Abbildung 7: Schematische Darstellung des Intermittent-Flow-Systems während der Einatmungs- und Ausatmungsphase
aus: Die Lachgasanalgesie in der zahnärztlichen Praxis, S. 129
P. Vonow (Lit.verz. 83)

13. Verzeichnis der Tabellen

- Tabelle 1: Schema der Narkosestadien, besonders der Äthernarkose, modifiziert nach Guedel von W. Hügin
aus: Die Lachgasanalgesie in der zahnärztlichen Praxis, S. 38
P. Vonow (Lit.verz. 83)
- Tabelle 2: Analgesiestadien
aus: Die Lachgasanalgesie, S. 12
B. Amian (Lit.verz. 5)
- Tabelle 3: Prämedikationstabelle: Valium- und Atropindosierung in Abhängigkeit vom Alter
aus: Prämedikation für zahnärztliche Eingriffe in Lokalanästhesie und Lachgasanalgesie, S. 13
H. Bauer-Ehnes (Lit.verz. 7)

14. Abbildungen

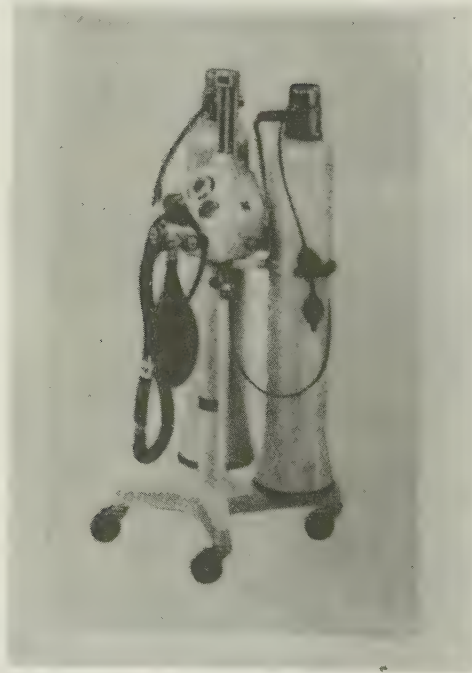


Abbildung 1: Dräger Lachgasgerät "Marius 2 a"



Abbildung 2: Dräger Lachgasgerät "Analgisor 19"

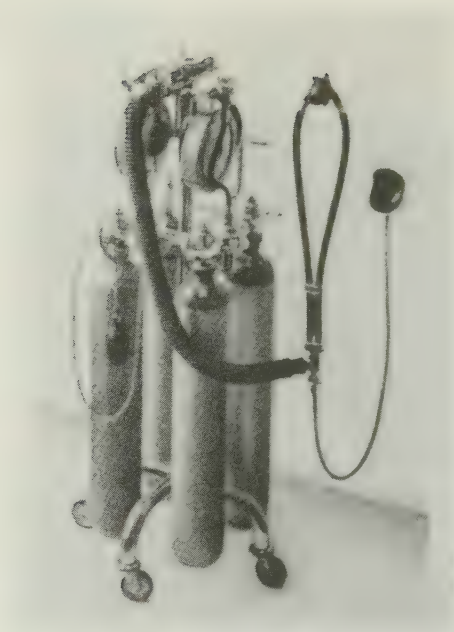


Abbildung 3: Mc. Kesson - Stickoxydul - Sauerstoffapparat
"Euthesor"

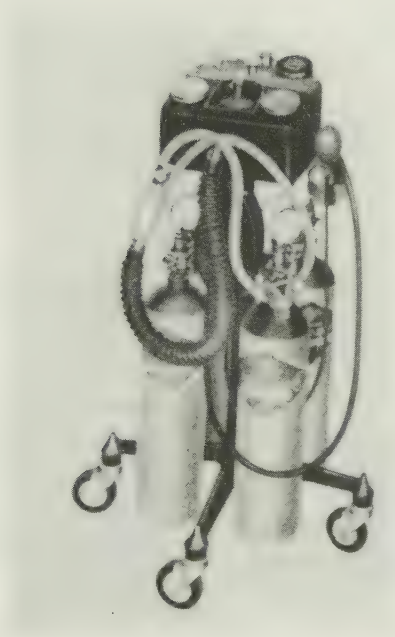


Abbildung 4: Heidbrink - Stickoxydul - Sauerstoffapparat
"Simplex"

Der Foregger-Apparat

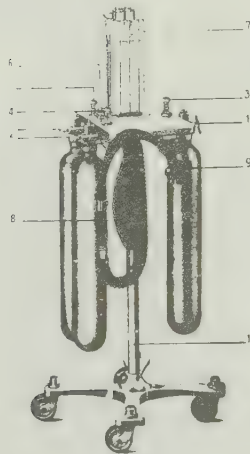


Abb. 52. Der zahnärztliche Foregger Apparat für Lachgas-Sauerstoff-Analgesie.

Beschreibung des Apparates

1. Anschluß für 1 N₂O-Flasche
2. Anschlüsse für 2 O₂-Flaschen
3. Regulierhahn für Lachgas
4. Regulierhahn für Sauerstoff-Feineinstellung
(0 bis 1500 cm³ pro Minute)
5. Regulierhahn für Sauerstoff-Grobeinstellung
(0 bis 6 Liter pro Minute)

6. Sauerstoffhahn zur Verabfolgung unbeschränkter Mengen Reinsauerstoff unter Druck und zum isolierten Füllen des Rückatmungsackes mit O₂
7. Flowmeter-Aufsatz, dreiteilig (Aquameter)
8. Rückatmungsack und Gasreservoir
9. Nasenmaske mit regulierbarer Lufthöfning und Ausatmungsventil samt Zuleitungsschlauch.
10. Fahrgestell auf 4 Gummirädern

Abbildung 5: Foregger - Lachgas - Sauerstoff - Analgesieapparat

DAS CONTINUOUS-FLOW-SYSTEM

Einatmungs-Phase

(Kontinuierlicher Gaszufluß)

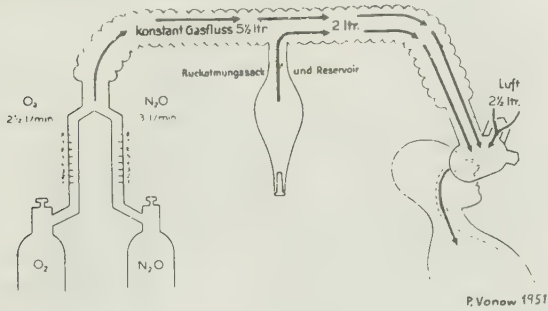


Abb. 48.

DAS CONTINUOUS-FLOW-SYSTEM

Ausatmungs-Phase

(Kontinuierlicher Gaszufluß)

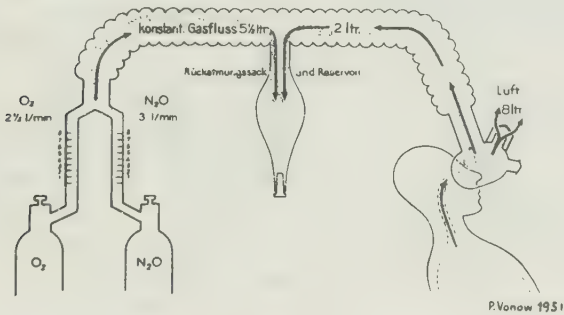


Abb. 49.

Abbildung 6 : Schematische Darstellung des Continous-Flow-Systems während der Einatmungs- und Ausatmungsphase

INTERMITTENT-FLOW-SYSTEM

(Lungenautomatisches Prinzip)

Einatmungs-Phase

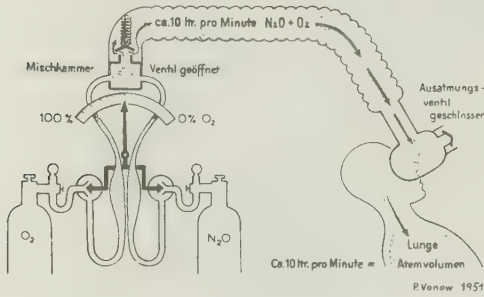


Abb. 46

INTERMITTENT-FLOW-SYSTEM

(Lungenautomatisches Prinzip)

Ausatmungs-Phase

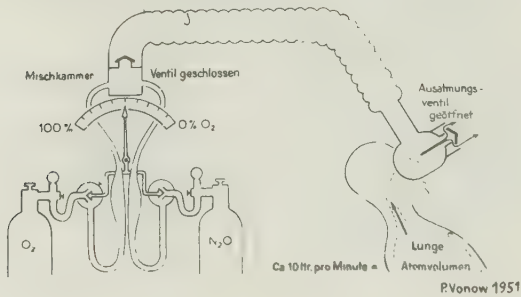


Abbildung 7: Schematische Darstellung des Intermittent-Flow-Systems während der Einatmungs- und Ausatmungsphase

15. Tabellen

Stadien	Stufen	Bewußtsein	Atmung		Augenbewegungen	Pupillenweite	Verlauf der Reflexe							Muskelspann.			
			diaphragmal	thoracal			Lid	Coniunctiva	Cornea	Husten	Sekretion	Licht	Schlucken	Erbrechen	Skelet	Abdomen	glatte M.
I Analgesie	1																
	2																
	3																
II Excitation					++++												
III Toleranz	1				++++												
	2																
	3																
	4																
IV Asphyxie																	

Tabelle 1: Schema der Narkosestadien besonders der Äthernarkose, modifiziert nach Guedel von W. Hügin

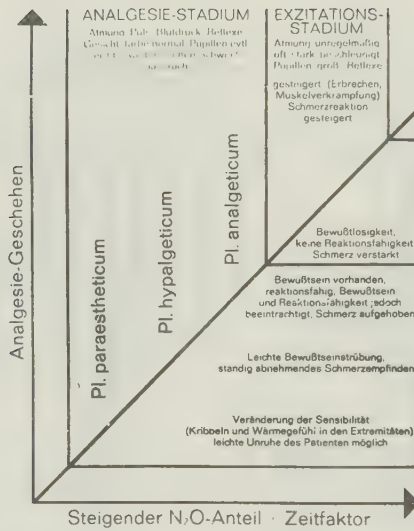


Tabelle 2: Analgesiestadien, Analgesiegeschehen in Abhängigkeit vom Zeitfaktor bei steigendem N₂O-Anteil

Prämedikationstabelle				
Alter	Körper- gewicht kg	Atropin		Valium (Diazepam)
		1 Amp. = 1 ml	0,5 mg	1 Amp. = 2 ml 10 mg
1 Jahr	10	0,7 ml	0,35 mg	0,4 ml 2 mg
2 Jahre	12,3	0,7 ml	0,35 mg	0,4 ml 2 mg
3 Jahre	14,1	0,7 ml	0,35 mg	0,6 ml 3 mg
4 Jahre	16,3	0,8 ml	0,4 mg	0,6 ml 3 mg
5 Jahre	19	0,8 ml	0,4 mg	0,8 ml 4 mg
6 Jahre	20,6	1 ml	0,5 mg	0,8 ml 4 mg
7 Jahre	22,4	1 ml	0,5 mg	0,8 ml 4 mg
8 Jahre	24,9	1 ml	0,5 mg	1 ml 5 mg
9 Jahre	28,9	1 ml	0,5 mg	1 ml 5 mg
10 Jahre	30	1 ml	0,5 mg	1,2 ml 6 mg
12 Jahre	35	1 ml	0,5 mg	1,4 ml 7 mg
14 Jahre	40	1 ml	0,5 mg	1,6 ml 8 mg
16 Jahre	55	1 ml	0,5 mg	2—3 ml 10—15 mg
18 Jahre	70	1 ml	0,5 mg	2—3 ml 10—15 mg
20—40 Jahre	70	1 ml	0,5 mg	2—3 ml 10—15 mg
40—55 Jahre	70	1 ml	0,5 mg	2—3 ml 10—15 mg
55—70 Jahre	70	1 ml	0,5 mg	2 ml 10 mg
ab 70 Jahren	70	1 ml	0,5 mg	1—2 ml 5—10 mg

Tabelle 3: Prämedikationstabelle: Valium- und Atropindosierung
in Abhängigkeit vom Alter

Lebenslauf

Am 4. August 1950 wurde ich als zweites Kind des Rektors Franz Kramer und seiner Ehefrau Hannelore, geb. Spengler, in Haag/Obb. geboren. Die Kindheit verbrachte ich zusammen mit meiner zwei Jahre älteren Schwester im Elternhaus in Maitenbeth/Obb. Von 1957 bis 1961 besuchte ich die Volksschule Maitenbeth und trat nach dem vierten Schuljahr in das Luitpoldgymnasium in Wasserburg am Inn über. Nach dem Abitur im Juni 1970 begann ich im Wintersemester 1970/71 das Studium der Zahnmedizin an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Nach bestandener naturwissenschaftlicher und ärztlicher Vorprüfung legte ich im November 1975 das Staatsexamen ab und erhielt die Bestallungsurkunde als Zahnarzt. Meine Ausbildung möchte ich mit der Promotion zum Dr.med.dent. abschließen.

Mainz, 25.2.1976

Hanspeter Kramer

Mein besonderer Dank gilt abschließend Herrn Prof. Dr.R. Frey für die freundliche Überlassung des Themas. Die persönliche Betreuung der Versuche an der Zahnklinik Mainz und die wertvollen fachlichen Ratschläge waren mir eine große Hilfe bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Weiterhin danke ich den Leitern der Konservierenden und Chirurgischen Abteilung, Herrn Prof. Dr. Dr. W. Ketterl und Herrn Prof. Dr. Dr. O. Herfert für ihre Unterstützung und die großzügigen Arbeitsbedingungen während unserer Versuche.

Mein Dank gilt außerdem Herrn Prof. Dr.Dr. J.E. Hausamen von der Chirurgischen Abteilung der Zahnklinik Mainz für die freundliche Übernahme des Korreferates.

